Aus dem Strahlen-Institut (Prof. Dr. Fr. Voltz)
der Universitäts-Frauenklinik München
(Vorstand: Professor Dr. H. Eymer).

40 Jahre Röntgenstrahlen

Die Bedeutung der Röntgenstrahlen für die Medizin

Inaugural-Dissertation

zur
Erlangung der Doktorwürde
in der gesamten Medizin
verfaßt und
einer hohen Medizinischen Fakultät
der Ludwig-Maximilians-Universität
zu München

vorgelegt
von

Max Keding
aus
Kogel in Mecklenburg.

München 1938

Pilger-Druckerei G. m. b. H., Speyer a. Rh.

Derz. Dekan: Professor Dr. Ph. B r o e m s e r.
Referent: Professor Dr. H. E y m e r.

R. UNIV.
BIBLIOTHEEK
LEIDEN

Meinen Eltern!

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41554006_0121

Disposition.

A. Allgemeine Einleitung 7

B. Die Verwendung d. Röntgenstrahlen zu diagnostischen Zwecken

1. Die physikalischen Eigenschaften der Röntgenstrahlen . . 8
2. Durchleuchtung und Fotografie 9
3. Verwendung der Röntgenstrahlen in den einzelnen Teilgebieten der Medizin

a) Chirurgie.

α) Frakturen und Luxationen 10
β) Mißbildungen 14
γ) Fremdkörper 15
δ) Perthes'sche, Köhler'sche, Schlatter'sche Krankheit . . 16

b) Geburtshilfe.

α) Diagnose der Schwangerschaft 18
β) Diagnose der Extrauteringravidität 19
γ) Feststellung der Lage des Kindes 20
δ) Beckendiagnose und Beckenmessung 21

C. Die Verwendung d. Röntgenstrahlen z. therapeutischen Zwecken

1. Die grundlegenden Untersuchungen Heinekes, Halberstätters, Albers-Schönbergs 22
2. Die biologische Wirkung der Röntgenstrahln 24
3. Reiz- und Hemmungswirkung der Röntgenstrahlen . . . 26
4. Röntgenallgemeinschädigung („Röntgenkater") 27
5. Röntgenstrahlenmeßverfahren 28
6. Röntgenoberflächentherapie (L. Freund) 28
7. Röntgentiefentherapien (Nicholas Senn) 29
8. Verwendung in der Gynäkologie

a) Myome 30
b) Kastration, klimakterische u. praeklimakterische Blutungen 33
c) Die grundlegenden Untersuchungen Perthes' 34
d) Radium- und Röntgenbestrahlung 35

e) Die verschiedenen technischen Bestrahlungsverfahren zur zur Behandlung der Genitalcarcinome 36
f) Die Leistung der Strahlentherapie bei der Behandlung der Genitalcarcinome 38

D. Röntgenschädigungen.

1. Ursachen der Röntgenschädigungen 40

2. Hautschädigungen

a) akute 41
b) chronische 41
c) Spätschädigungen 42
d) Röntgencarcinome 42
e) Röntgensarkom 43

E. Schluß 44

In die Reihe der großen Entdeckungen des 20. Jahrhunderts gehören die von dem Physiker Konrad v. Roentgen im Jahre 1895 entdeckten und nach ihm benannten Strahlen. Es erging zunächst dieser Entdeckung wie jeder anderen auch. Auf der einen Seite wurden die Röntgenstrahlen sofort anerkannt und als eine epochemachende Neuheit gefeiert, und auf der anderen Seite fehlte es nicht an Leuten, welche sie als etwas Bedeutungsloses und Nichtiges ablehnten. Wenn wir die Röntgenstrahlen in Vergleich mit einer gleichfalls großen Entdeckung des 20. Jahrhunderts, dem Motor, setzen, so ergibt sich etwas beiden Gemeinsames, was wir wohl überhaupt als das Charakteristikum einer jeden wirklich großen Entdeckung annehmen können; sie beschränken sich nicht auf ein Teilgebiet, sondern finden Einlaß in die verschiedensten Gebiete menschlichen Handelns, wirken umgestaltend, fördernd und befruchtend auf sie. Der Motor verdrängt auf der Erde das Pferd, löst auf den Schiffen als Antriebsmittel die Dampfmaschine ab und ermöglicht erst ein einwandfreies Fliegen. Die Röntgenstrahlen bleiben nicht als eine Entdeckung der Physik nur dieser vorbehalten, sondern zahlreiche Gebiete der Wissenschaft und des praktischen Lebens machen Gebrauch von ihnen. Es ist bezeichnend für den fortschrittlichen Geist der Medizin, daß sie sich schon so frühzetig dieser gerade für sie so bedeutsam gewordenen Entdeckung annimmt und damit von sich aus das über sie oft gefällte Urteil widerlegt, sie sei rückständig dogmatisch erstarrt und Neuem nicht zugänglich.

Inwieweit nun die Röntgenstrahlen für die Medizin von Bedeutung geworden sind — ihre Bedeutung an sich steht außer Frage — das darzulegen ist Sinn und Zweck dieser Arbeit. Dabei soll besonders berücksichtigt werden, wo die Grenzen des Verwendungsbereiches der Röntgenstrahlen liegen; denn es steht außer Zweifel, daß von mancher Seite schier eine Polypragmasie mit den Röntgenstrahlen getrieben wird und die Röntgenstrahlen besonders in der Therapie oft auch dort angewendet werden, wo kein oder zumindest ein zweifelhafter Erfolg zu verzeichnen ist.

Wir haben bezüglich der Verwendung der Röntgenstrahlen in der Medizin zwischen diagnostischer und therapeutischer zu unterscheiden. Es mag dabei erwähnt werden, daß — wie in der heutigen Medizin die Diagnostik der Therapie weit voraus ist — auch die Diagnostik mittels Röntgenstrahlen weiter fortgeschritten ist und brauchbarere Ergebnisse zeitigt als die mit ihnen getriebene Therapie. Ja, man weiß eigentlich auch heute noch nicht genau, wie die Vorgänge bei der therapeutischen Röntgenbestrahlung sich im einzelnen abspielen, wenn man von der einfachen Feststellung absieht, daß die Zelle an sich durch die Röntgenstrahlen geschädigt und so in ihrem weiteren Wachstum gehemmt wird. —

Bevor wir auf die Verwendung der Röntgenstrahlen zu diagnostischen Zwecken eingehen, wollen wir zunächst eine kurze Darstellung ihrer physikalischen Eigenschaften geben. Bereits in den drei Originalveröffentlichungen Roentgens „Über eine neue Art von Strahlen", die er selber „der Kürze halber" X-Strahlen nennt, findet sich eine klare Übersicht aller ihrer wesentlichen Merkmale enthalten. Es sei vorweg genommen, daß Roentgen sich selber über die eigentliche Natur der Strahlen nicht ganz im klaren ist. Er spricht nur die Vermutung aus, nachdem er den Gedanken, die X-Strahlen als ultraviolettes Licht zu deuten, verworfen hat, daß es sich um longitudinale Schwingungen im Äther handeln könnte. —

Die Röntgenstrahlen werden von den Kathodenstrahlen, welche aus korpuskulären Elementen bestehen, beim Auftreffen auf einen festen Gegenstand erzeugt und lassen sich im Gegensatz zu den Kathodenstrahlen durch einen Magneten nicht aus ihrer geradlinigen Bahn ablenken. Sie besitzen die Eigenschaft, elektrisch geladene Körper zu entladen. Es handelt sich bei ihnen um kurzwellige Strahlen, welche zwar von dem menschlichen Auge nicht wahrgenommen werden können, aber durch das Auftreffen auf einen Bariumplatincyanürschirm infolge der entstehenden Fluorescenz sichtbar gemacht werden können. Ihre Lichtwirkung wird noch weiter dadurch bewiesen, daß fotografische Platten und Films für sie empfindlich sind. Es lassen sich durch das Dazwischenbringen eines Objekts zwischen strahlenerzeugenden Apparat und Fotoplatte Schattenbilder hervorbringen, „deren Erzeugung von ganz besonderem Reiz ist".

Die besondere Eigenart der Röntgenstrahlen liegt aber recht eigentlich darin, daß sie imstande sind, fast alle Stoffe zu durch-

dringen. Roentgen selbst gibt dafür einige Beispiele, nachdem er zunächst erklärt hat, was unter Durchlässigkeit zu verstehen ist. „Mit Durchlässigkeit eines Körpers bezeichne ich das Verhältnis der Helligkeit eines dicht hinter den Körper gehaltenen Fluorescenzschirmes zu derjenigen Helligkeit des Schirmes, welches dieser unter denselben Verhältnissen, aber ohne Zwischenhaltung des Körpers zeigt. Papier ist sehr durchlässig; hinter einem eingebundenen Buch von ca. 1000 Seiten sah ich den Schirm noch deutlich leuchten; die Druckerschwärze bietet kein merkliches Hindernis. — Auch ein einfaches Blatt Staniol ist kaum wahrzunehmen; erst nachdem mehrere Lagen übereinander gelegt sind, sieht man ihren Schatten deutlich auf dem Schirm. — Hält man die Hand zwischen den Entladungsapparat und den Schirm, so sieht man die dunkleren Schatten der Handknochen in dem nur wenig dunklen Schattenbild der Hand."

Dieses Durchdringungsvermögen der Röntgenstrahlen, welches um ein Vielfaches größer ist als z. B. das der gewöhnlichen Sonnenstrahlen oder das des künstlich erzeugten Lichtes, hängt nun einerseits von der spezifischen Dichte des Stoffes, andererseits von der Wellenlänge der angewandten Strahlen ab. Es läßt sich ganz allgemein sagen, daß je größer die spezifische Dichte eines Stoffes ist, desto weniger besteht für die Röntgenstrahlen die Möglichkeit, diesen Stoff zu durchdringen. Auf der anderen Seite ist die durchdringende Wirkung der Röntgenstrahlen um so stärker, umso kurzwelliger, also härter, die Strahlen sind. Es gibt nur sehr wenige Stoffe, welche auch die Röntgenstrahlen absorbieren. Von diesen Stoffen ist besonders das Blei zu nennen; von den menschlichen Geweben kommt den Knochen und den Zähnen eine große Absorptionskraft zu.

Auf dem Wissen von dieser verschiedenen Durchdringungskraft der Röntgenstrahlen in den einzelnen Stoffen und Geweben bauen sich nun unsere diagnostischen Ergebnisse auf, denn wir sind in der Lage pathologische Zustände in den einzelnen Geweben selber oder in dem Verhalten der verschiedenen Organe und Gewebe des menschlichen Körpers zueinander, immer wohlgemerkt dabei den Vergleich mit dem Normalen heranziehend, aufzudekken. —

Es stehen uns zwei Verfahren der Röntgendiagnostik zur Verfügung, die Durchleuchtung und die Fotografie. Beide leisten in

ihrer Art Hervorragendes. Man wird sie manchmal zusammen anwenden, manchmal aber auch nur das eine Verfahren. Gewöhnlich erfolgt zunächst die Durchleuchtung, an welche sich dann die Aufnahme anschließt. Wollen wir die Funktion des Magens nach einem Kontrasteinlauf kontrollieren, so ist das nur durch die Betrachtung vor dem Schirm möglich, wollen wir andererseits eine Fraktur genauer studieren, so wird dazu besser eine Röntgenaufnahme geeignet sein. Die Durchleuchtung ermöglicht es in kurzen Zeitabständen hintereinander das betreffende Objekt in verschiedenen Strahlenebenen zu betrachten und dadurch subjektiv eine bessere räumliche Vorstellung des Objekts zu bekommen. Daneben gelingt es durch verschiedene Stellung der Blende und der Lichtstärke das Objekt in seinen Einzelheiten genau zu analysieren und die für die Aufnahme günstigste Stellung und wichtigsten Punkte herauszuholen. So arbeiten Durchleuchtung und Fotografie Hand in Hand, und man kann nicht sagen, welches Verfahren uns wertvollere Dienste leistet oder entbehrlicher ist.

Wie verhält es sich nun mit der diagnostischen Verwendung der Röntgenstrahlen in den einzelnen Fachgebieten der Medizin? Die Frage, ob etwa ein Fachgebiet mehr Nutzen aus der Verwendung der Röntgenstrahlen gezogen hätte, läßt sich nicht ohne weiteres entscheiden; es steht nur die eine Tatsache fest, daß es kein Gebiet der Medizin gibt, welches die Röntgenstrahlen nicht in seinen Dienst gestellt hätte. —

In der Chirurgie ist besonders bei der Behandlung der Frakturen und Luxationen die Verwendung der Röntgenstrahlen von unschätzbarem Wert geworden. Jedes Organ oder jeder Teil des menschlichen Körpers gibt — wie wir gesehen haben — einen Kontrast oder einen Schatten, wenn wir ihn den Röntgenstrahlen aussetzen, nur fällt dieser Schatten auf dem Schirm oder der Platte entsprechend dem jeweiligen Durchleuchtungsobjekt verschieden stark aus. Das Knochensystem bietet sich durch seine dichte Konsistenz und den dadurch bedingten guten Kontrast als ein Objekt dar, das hervorragend für Untersuchungen mittels Röntgenstrahlen geeignet ist. Wir vermögen auf einer technisch gut ausgeführten Knochenaufnahme nicht nur den Umriß des Knochens, sondern auch seine anatomischen Einzelheiten, wie Periost, Spongiosa usw., zu erkennen.

Das Röntgenbild gibt einwandfrei, jedenfalls in den allermeisten Fällen, darüber Auskunft, ob eine Fraktur vorliegt oder nicht. Kein

anderes diagnostisches Hilfsmittel versetzt uns in die Lage alle Einzelheiten der Fraktur so deutlich zu erkennen wie eine Röntgenaufnahme. Bei der Beurteilung solcher Zustände bedarf es natürlich einiger Erfahrung, damit nicht z. B. bei einem Kinde eine noch vorhandene Epiphysenfuge für eine Frakturlinie gehalten wird oder andere ähnliche Fehldiagnosen gestellt werden. —

Um einen weitgehend richtigen Eindruck von einer Fraktur oder einer Luxation zu bekommen, genügt es nun oft nicht, daß man nur eine Aufnahme in einer Ebene, also etwa von vorne nach hinten, macht, sondern es muß mindestens die seitliche Aufnahme, wenn nicht sogar noch eine dritte Aufnahme im schrägen Durchmesser zur Klärung des Falles herangezogen werden. Diese Forderung der Zweiebenenaufnahme und besonders der Aufnahme im schrägen Durchmesser, welche wir in hervorragendem Maße bei Gelenkverletzungen benötigen, ist erst durch Vervollkommnung der technischen Eigenschaften der Röntgenapparate weitgehend erfüllt worden. Ja es hat sich gezeigt, daß man in schwierigen Fällen auch mit diesen vorgenannten Methoden nicht zur vollkommenen Klärung mancher Fälle kommt. Man macht dann noch eine sogenannte Vergleichsaufnahme, d. h. man röntgt z. B. bei geschädigtem linkem Arm auch den gesunden rechten Arm. Handelt es sich um die Verletzung eines größeren Gebietes, so fertigt man zunächst eine Übersichtsaufnahme an, woran sich kleinere Blendaufnahmen anschließen. Alle diese verschiedenen Aufnahmetechniken liefern uns Bilder, welche uns eine umfassende Vorstellung von der Art des Bruches vermitteln und wir sind auf der Grundlage der so erhobenen Befunde in der Lage, entsprechende therapeutische Maßnahmen zu ergreifen. —

Die Röntgenaufnahme klärt uns oft über Frakturen auf, welche durch die gewöhnlichen klinischen Untersuchungsmethoden nicht zu diagnostizieren sind. Es seien da besonders Schädelbrüche, Frakturen der Wirbelfortsätze und der kleinen Knochen genannt. Auf der anderen Seite sind manchmal Claviculafrakturen und Rippenbrüche klinisch leichter als auf der Röntgenplatte festzustellen. Gegenüber diesen Ausnahmefällen ist es gewöhnlich so, daß nach der einfachen klinischen Feststellung eines Bruches die Röntgenaufnahme noch weitere Klarheit schafft. Vor allen Dingen läßt sich an Hand des Röntgenbildes die Bruchform, ob also Biegungs-, Torsionsbruch oder irgend eine andere Bruchform vorliegt, recht

gut entscheiden. Weiterhin zeigt die Röntgenaufnahme eine etwaige größere Knochensplitterung an und gibt uns Aufklärung über die Zahl der vorhandenen Bruchstücke. Größere Dislokationen, deren Beseitigung meist unbedingt nötig ist, sind eigentlich immer gut sichtbar. — Besondere Bedeutung gewinnt das Röntgenbild bei der Aufklärung einer sogenannten „Spontanfraktur". Unter Einwirkung eines geringen Traumas, das für die Entstehung einer gewöhnlichen Fraktur nicht ausreichend ist, treten bisweilen Frakturen auf, für welche ohne weiteres also keine Erklärung zu finden ist. Das Röntgenbild zeigt uns bei diesen Fällen klar eine vorausgehende Schädigung des Knochens, etwa durch einen Tumor — wie das meistens der Fall ist —, welcher den Knochen weitgehend zerstört hat, sodaß es nur einer ganz geringen Krafteinwirkung bedurfte, um eine Fraktur hervorzubringen. Aus wie verschiedenen Ursachen es zu einer Spontanfraktur kommen kann, zeigt Galet 1901 an einigen Fällen. Er berichtet u. a. von einer syphilitischen Patientin, die wiederholt an gleicher Stelle ihres Beines Spontanfrakturen erlitt. Die Knochensyphilis schuf in diesem Falle den locus minoris resistentiae für die späterhin eingetretenen Frakturen. Wir wissen, daß solche Frakturen ohne operative Eingriffe überhaupt nicht oder nur sehr schlecht heilen und wir können dann auf Grund der Röntgenaufnahme eine geeignete Behandlung einschlagen, wie wir ja überhaupt bei jeder Fraktur in entscheidendem Maße nach dem Röntgenbefund unsere therapeutischen Maßnahmen treffen. — Es gilt als ein allgemeiner Grundsatz der Frakturbehandlung, daß nach Möglichkeit die Einrichtung eines Bruches unter Röntgendurchleuchtung vorgenommen oder wenigstens nach erfolgter Einrichtung eine Kontrollaufnahme angefertigt wird. Die Heilung der Fraktur kontrolliert man fortlaufend durch Röntgenaufnahmen. Wie die Callusbildung sich vollzieht, ob der gebildete Callus fest ist, ob überhaupt Callus gebildet wird oder eine pathologisch gesteigerte Callusbildung vonstatten geht, ob sich eine Pseudarthrose ausbildet, ob nach anfänglich guter Stellung durch irgendeinen Grund eine Stellungsverschlechterung der Bruchenden zueinander eintritt, das alles können wir an Hand der während der Heilung gemachten Röntgenaufnahmen weitgehend verfolgen. So leistet das Röntgenverfahren nicht nur zur Frakturdiagnose, sondern auch und zwar in nicht geringem Maße bei der Frakturbehandlung ganz hervorragende Dienste.

Wir können mit einiger Bestimmtheit sagen, daß der Chirurg derjenige Vertreter der Ärzte ist, welcher die Röntgenstrahlen am wenigsten missen könnte. Weiterhin stellen wohl die Frakturen und Luxationen das Gebiet der Chirurgie dar, in welchem die Röntgenstrahlen schon sehr bald nach ihrer Entdeckung praktische Verwendung fanden und durch sie wahre diagnostische Triumphe gefeiert wurden. Ganz fraglos hat durch die Einführung dieser neuen diagnostischen Methode die neue Ärztegeneration etwas an den differentialdiagnostischen klinischen Fähigkeiten der alten Ärzte, denen noch mehr Begriffe als die der functio laesa, Schwellung, Rötung und des örtlichen Druckschmerzes bei der Frakturdiagnose geläufig waren, eingebüßt. Man beschreitet heute leider oft den umgekehrten Weg, daß man zunächst ein Röntgenbild anfertigt und dann zur Bestätigung der Röntgendiagnose eine körperliche Untersuchung anschließt, welche bei richtigem Vorgehen immer zuerst erfolgen soll. Das Röntgenbild muß zur Sicherung der Diagnose herangezogen werden, aber die Diagnose darf nicht von vorneherein auf es allein gestützt werden. Freilich muß die Unterlassung der Anfertigung einer Röntgenaufnahme bei irgendwie zweifelhafter Diagnose und auch sonst schon bei dem geringsten Verdacht auf eine Fraktur als ein Kunstfehler des zuständigen Arztes angesehen werden. Das mag der folgende Fall erläutern. —

Ein Patient kommt mit den Zeichen der typischen Radiusfraktur. Der Arzt übersieht aus Unkenntnis oder irgendwelchen anderen Gründen die eingetretene Schädigung und behandelt nur symptomatisch. Es bildet sich nach einiger Zeit eine fehlerhafte Knochenstellung heraus. Der Patient wird, sofern nicht noch rechtzeitige Beseitigung der fehlerhaften Knochenstellung vorgenommen wird, für sein Leben lang geschädigt und stellt an den Arzt Schadensersatzanspruch. Ein objektiver Beurteiler des Tatbestandes kann den Arzt nicht von einer Schuld freisprechen, weil der Arzt es unterlassen hat eine Röntgenaufnahme anzufertigen. Allein die rechtzeitige Anfertigung einer Röntgenaufnahme hätte wahrscheinlich den Arzt von jeglicher Schuld enthoben, auch wenn keine ordnungsgemäße Wiederherstellung eingetreten wäre. So ist mithin die Röntgenaufnahme auch noch, und nicht in letzter Linie, zu einem Verteidigungsinstrument in der Hand des Arztes geworden.

Bei dem Verdacht auf eine Luxation soll immer eine Röntgenaufnahme angefertigt werden und vor allen Dingen ist es sehr von

Vorteil nach der Reposition eine Kontrollaufnahme zu machen. Oft bestehen Luxation und Fraktur gemeinsam, worüber uns dann auch die Röntgenaufnahme Aufschluß gibt. Als Beispiel dafür sei die sogenannte Bennet'sche Fraktur angeführt, bei welcher durch die radial dorsale Verschiebung des I. Metatarsalknochens das Bild einer allerdings scheinbaren Luxation entsteht; daneben handelt es sich aber gleichzeitig in der Hauptsache um einen Abriß der Basis des Knochens. In gleicher Weise sehen wir ja auch bei Luxationen sehr oft Knochenabsprengungen, so bei Schulterluxationen Abriß des tuberculum majus usw. Auch die angeborenen Luxationen sind sehr gut im Röntgenbild erkennbar. Die angeborene Hüftgelenksluxation und die ebenfalls angeborene Luxation des Radiusköpfchens kommen da wohl am meisten zur Beobachtung.

Auch andere Abnormitäten des menschlichen Körpers können an Hand des Röntgenbildes genau studiert und manchmal überhaupt erst mit seiner Hilfe aufgedeckt werden. So werden Jahre lang bestehende Beschwerden im Bereich des Halses, für die keine hinreichende Erklärung zu finden ist, durch die Anfertigung eines Röntgenbildes, welches in diesem Falle eine Halsrippe zeigt, aufgeklärt. Eine einzige Röntgenaufnahme genügt, um das Bestehen eines situs inversus sicherzustellen. Genau valgum, Skoliosen, hallux valgus, Syndaktylie und viele andere Mißbildungen sind, sofern unsere sonstigen diagnostischen Mittel keine völlige Klarheit schaffen, ausgezeichnete Objekte für Röntgenaufnahmen.

Von welcher Bedeutung eine solche Röntgenaufnahme sein kann, mag folgender Fall zeigen: Bei einem jungen Mann wird während der militärischen Musterung durch die ärztliche Untersuchung eine auf den ersten Blick nicht schwerwiegend erscheinende Beckenveränderung festgestellt. Irgendwelche Beschwerden von seiten des Beckens haben angeblich bei dem Untersuchten bisher nicht bestanden. Die angefertigte Röntgenaufnahme zeigt ein ausgesprochen spondylolisthetisches Becken. Auf Grund dieses Befundes wird nach den offiziellen Musterungsvorschriften — schwerwiegende Beckenveränderungen bedingen Dienstuntauglichkeit — der junge Mann für dienstuntauglich erklärt. —

In den Jahren 1896 bis zur Jahrhundertwende erschienen auf der ganzen Welt unzählige Veröffentlichungen über Entdeckungen mittels der neuen geheimnisvollen Strahlen von Dingen, welche man früher nie gesehen hatte. Alles, was nur irgendwie von Inter-

esse war, wurde der Bestrahlung unterworfen. So berichtet Blöchel 1896 über die Auffindung einer aspirierten Haarnadel, v. Bergmann 1897 über im Hirn durch Röntgenstrahlen nachgewiesene Kugeln usw. Für die Fremdkörperbestimmung ist die Röntgenfotografie überhaupt von größter Wichtigkeit geworden. Man kann mittels besonderer Berechnungsmethoden, welche sich auf die gemachten Röntgenaufnahmen stützen, die Fremdkörper im menschlichen Organismus genau lokalisieren. Eine genaue Lokalisation des Fremdkörpers ist z. B. nötig, wenn eine bei Schußverletzung steckengebliebene Kugel operativ entfernt werden soll. Weiterhin ist es wichtig, darüber Bescheid zu wissen, in welchem Gewebe die Kugel liegt, wie ihre Beweglichkeit ist und ob sie etwa schon eingeheilt ist; denn von diesen Punkten hängt es ab, ob überhaupt eine Herausnahme in Frage kommt oder nicht. Der Nachweis eines Fremdkörpers ist von seinem spezifischen Gewicht abhängig, und vor allen Dingen läßt er sich umso besser röntgenologisch darstellen, umso geringer die Dichte des ihn umgebenden Gewebes ist. Oft bietet uns die Röntgenaufnahme zur Auffindung einer tief eingespießten Steck- oder Nähnadel gute Unterlagen, aber zur Darstellung eines Holzsplitters reichen meist auch die besten Röntgenaufnahmen nicht aus. Auch gilt es sich vor Fehldiagnosen zu schützen. Fehler in der Aufnahme selber, welche als solche übersehen werden, können zu solchen Fehldiagnosen führen, aber auch stark verkalkte Lymphdrüsen, die dann Kugelschatten gleichen, können täuschen. In anderen Fällen wieder ist es wichtig, daß man über das Material des Fremdkörpers Aufschluß erhält. Die Herkunft und das Material der Splitter im Auge oder auch in anderen Organen ist den Patienten oft nicht bekannt. Die Dichte des Fremdkörperschattens läßt dann bis zu einem gewissen Grade ahnen, ob es sich um Kupfer-, Eisen oder Steinsplitter handelt, was für die einzuschlagenden therapeutischen Wege von ausschlaggebender Bedeutung ist; denn Eisensplitter können aus dem Auge mit dem Magneten entfernt werden.

Selbst während der Fremdkörperentfernungsoperation bedient man sich der Röntgenstrahlen, indem die Röntgenröhre unter dem Operationstisch angebracht ist und der Operateur sein chirurgisches Vorgehen nach dem Bild des Leuchtschirmes, welcher sich über dem Patienten befindet, richtet. Diese sogenannten röntgenoskopischen Operationen haben sich besonders bewährt bei Entfernung von

Fremdkörpern in Körperregionen, welche anatomisch schwierige Verhältnisse, wie z. B. die Brust- oder die Achselhöhle, bieten.

Haben wir künstlich einen Fremdkörper in ein Gewebe eingebracht, so läßt sich der Einheilungsprozeß an fortlaufenden Röntgenaufnahmen verfolgen. Wir können hiermit feststellen, ob ein transplantiertes Knochenstück einwächst, wie ein eingesetzter Elfenbeinstab sich auswirkt und ob Frakturnähte einheilen oder zu irgendwelchen pathologischen Zuständen Veranlassung geben.

Eine chirurgische Krankheit, deren richtige Diagnose und weitere Aufklärung erst durch Röntgenstrahlen ermöglicht wurde, ist die sogenannte Perthes'sche Krankheit, benannt nach dem Chirurgen Perthes. In anderen Ländern wird dieselbe Erkrankung auch als Legg's disease oder malum coxae Legg Calvé Perthes oder Pseudocoxalgie Calvé bezeichnet. Die Krankheit, welche nach jahrelangem Verlauf stets in Heilung übergeht und nicht zu einer Versteifung des Hüftgelenks führt, wurde vor der Röntgenaera und den Erkenntnissen Perthes' eigentlich stets als tuberkulös angesehen; nur war es schon immer einigen Forschern aufgefallen, daß manche dieser angeblich tuberkulösen Hüfterkrankung späterhin vollkommen, ohne irgendwelche auffällige Spuren zu hinterlassen, ausheilten. Beschwerden sind bei Beginn der Erkrankung oft gar nicht vorhanden. Was in solchen Fällen eine Röntgenaufnahme leistet, darüber schreibt Perthes folgendes: „Zu diesen hochgradigen Veränderungen, welche das Röntgenbild enthüllt, stehen die geringfügigen klinischen Erscheinungen in einem auffallenden Gegensatz. — Serien von Röntgenbildern zeigen dann, wie der Schenkelhals allmählich dicker und kürzer wird. Der breitgedrückte Kopf verschmilzt mit dem Halse zu einer einheitlichen Masse und kommt dabei mit seinem Halse dem Trochanter nahe. Die Pfanne paßt sich seiner Form durch Flacherwerden an. — Das Röntgenbild läßt in der Regel durch die Aufhellungsherde in der Nähe der Epiphysenlinie auf der Höhe der Krankheit die Diagnose stellen, vollends dann, wenn bei wiederholten Röntgenaufnahmen in Zwischenräumen von 2 bis 3 Monaten sich fortschreitende Abflachung des Kopfes zeigt."

Drei weitere Erkrankungen, welche auch erst mit Hilfe der Röntgenstrahlen vollends geklärt wurden, sind die Köhler'sche Erkrankung des II. Metatarsalköpfchens, die Köhler'sche Erkrankung des os naviculare pedis und die Schlatter'sche Erkrankung der tu-

berositas tibiae. Alle diese vorgenannten 4 Erkrankungen gehören insofern in eine gemeinsame Gruppe, als es sich bei ihnen im wesentlichen um Knochennekrosen handelt, welche durch die Gefäßsperren infolge eines Trauma, das allerdings nicht vorangegangen zu sein braucht, verursacht sind. Nach Zaajer ist die eigentliche Ursache eine auf ererbter Grundlage erworbene Wachstumsstörung, und wir sehen ja auch, daß bei allen diesen Erkrankungen das Auftreten in jugendlichen Jahren eines der hervorstechenden Merkmale ist.

Nur durch jahrelange Beobachtung an vielen Röntgenbildern war es möglich endgültige Urteile über diese Erkrankung zu fällen. Eine einzige Aufnahme eines Falles führte oft zu falschen Deutungen. So schreibt Köhler in einem Bericht über die Erkrankung des II. Metatarsalköpfchens: „Als reine Fraktur oder gar nur Infraktion eines bestimmten Skeletteiles hatte es natürlich des nötigen Interesses entbehren müssen." Köhler hat die nach ihm benannte Erkrankung des os naviculare pedis direkt auf Röntgenbildern entdeckt. Das os naviculare pedis ist auffällig klein, dicht und offenbar in der Entwicklung gehemmt. Für eine Entzündung bestehen ebenso wie bei der Perthes'schen Erkrankung keine Anzeichen, wie auch „dieser abnorme Befund nach einiger Zeit vollkommen normalen Verhältnissen Platz machen kann."

Der schnabelförmige Fortsatz der Tibia wird bisweilen im jugendlichen Alter durch Zerrung des an ihm befestigten Kniescheibenbandes schwer geschädigt. Daneben kann durch direkte Einwirkung einer Gewalt auf den Schnabelfortsatz dieser verletzt werden, aber es ist auffallend, daß die Patienten oft ein direktes Trauma verneinen, obwohl die zugehörigen Röntgenbilder die veränderte Stellung des Epiphysenfortsatzes deutlich zeigen. Das Röntgenbild zeigt bei den klassischen Fällen eine Zerreißung und Auflockerung des Knochens, das typische Bild einer Rißfraktur und als markantestes Merkmal eine Absprengung des den Tibiakopf vorne schnabelförmig umfassenden Fortsatzes der oberen Tibiaepiphyse. Schlatter hat diese Veränderungen im Jahre 1903 beschrieben und weitgehend geklärt und man hat so die Erkrankung nach ihm benannt. Es ist vielleicht interessant, daß Schlatter auf seinen Röntgenbildern den Eindruck gewonnen hat, daß nicht nur die Entwicklung und Konstitution des Einzelindividuums, sondern auch seiner Rassenzugehörigkeit ein wesentlicher Einfluß

auf die Zeit des Epiphysenwachstums zukommt. So glaubt er festgestellt zu haben, daß bei der romanischen Rasse die Wachstums- und Ausdifferenzierungsvorgänge der oberen Tibiaepiphyse früher abgeschlossen sind als bei der germanischen Rasse. —

Schlatter kommt auf Grund seiner Forschungen schließlich zu der kausalen Erklärung, daß die Verbindungsstelle der beiden Teile des Epiphysenfortsatzes — an Hand von vielen Röntgenbildern hat er gefunden, daß der Schnabelfortsatz sich durch ein Gegeneinanderwachsen einerseits des auf der tuberositas liegenden Knochenkerns und andererseits der Epiphysenplatte entwickelt — bei manchen Individuen eine durch Gewalteinwirkungen leicht verletzbare Stelle bildet. Es handelt sich bei der Schlatterschen Fraktur um eine Affektion, welche „einer physiologischen Entwicklungsphase des Knochens angehört und mit Abschluß derselben, d. h. mit der knöchernen Verwachsung von Epi- und Diaphyse verschwinden muß."

Die Anwendung der Röntgenstrahlen in der Chirurgie ist eine so vielseitige, daß es im Rahmen dieser Arbeit nicht möglich ist, auf alle ihre einzelnen Verwendungsmöglichkeiten in den verschiedenen chirurgischen Teilgebieten und bei den einzelnen chirurgischen Krankheiten einzugehen. Es sollte hier nur ein kleiner Ausschnitt gegeben werden, welche alle Einzelheiten in der Darstellung der ausgewählten Anwendungsbereiche außer acht läßt. —

Ich möchte nunmehr noch auf ein Fachgebiet der Medizin eingehen, in welchem die Röntgenstrahlen zwar nicht in dem Maße wie in der Chirurgie und Inneren Medizin Verwendung zu diagnostischen Zwecken gefunden haben, aber dennoch von nicht zu unterschätzender Bedeutung geworden sind. Die Geburtshilfe hat sich die Röntgenstrahlen sogleich nach ihrer Entdeckung zunutze gemacht, und es ist da besonders die Diagnose der Schwangerschaft, welche unter Zuhilfenahme der Röntgenstrahlen oft leichter und sicherer gestellt werden kann. Eymer weist im Jahre 1912 darauf hin, daß die Sichtbarkeit kindlicher Teile auf der Röntgenplatte als ein sicheres Schwangerschaftszeichen neben den drei anerkannten alten, nämlich Wahrnehmung von Kindsbewegungen, Hören der kindlichen Herztöne und Fühlen von Kindesteilen angesehen werden darf. Freilich wird man nun nicht bei schon absolut gesicherter Diagnose noch eine doch immerhin kostspielige Röntgenaufnahme machen, sondern nur zu diesem Mittel greifen,

wenn z. B. zwischen einem Tumor und einer Schwangerschaft differentialdiagnostisch zu entscheiden ist.

Es ist nicht eindeutig geklärt, von welchem Schwangerschaftsmonat ab Kindsteile absolut sicher röntgenologisch feststellbar sind. Einige Autoren, wie z. B. Edling, berichten über Schwangerschaftsdiagnosen, welche schon im dritten Monat der Schwangerschaft durch Röntgenbilder gestellt wurden, aber im allgemeinen läßt sich wohl sagen, daß erst ab 4. Schwangerschaftsmonat Kindsteile mit ziemlicher Sicherheit auf der Röntgenplatte nachgewiesen werden können. In den folgenden Schwangerschaftsmonaten, also im 5., 6., 7. Monat, gelingt die Röntgendiagnose der Schwangerschaft meist ohne Schwierigkeiten. Neben der Schwangerschaftsdiagnose an sich ist es insbesondere die Mehrlingsschwangerschaft, welche unschwer und auf die sicherste Art und Weise durch eine Röntgenaufnahme feststellbar ist. „Auch die Diagnose der Mehrlingsschwangerschaft wird schon in der ersten Hälfte der Gravidität gelingen." —

Natürlich hängen die einzelnen Aufnahmeresultate von sehr verschiedenen Faktoren ab. Übermäßige Fettleibigkeit der Patientin, Myome, hochgradig ausgebildete Hydramnien geben oft Anlaß zu schlechten Bildern. Weiterhin führen Bewegungen von Mutter und vor allem vom Kind zu Mißerfolgen. Auch müssen wir uns immer die große Entfernung des Foetus von der Röntgenplatte vor Augen halten. Die Aufnahmeeinstellung soll nach Möglichkeit in der Weise erfolgen, daß die kindlichen Knochen sich nicht mit den mütterlichen überdecken.

Bei dem Verdacht auf eine Extrauteringravidität sollte jedesmal eine Röntgenaufnahme angefertigt werden; die Diagnose einer Extrauteringravidität darf röntgenologisch nur dann gestellt werden, wenn die Röntgenplatte deutlich eine asymmetrische Lage des Foetus im mütterlichen Becken zeigt, wie Edling das im Jahre 1911 gefordert hat. Von Interesse ist der Fall eines extrauterin entwickelten Foetus, welcher jahrelang im Leibe der Mutter verblieben war und von dieser als Geschwulst angesehen wurde. Simmonds, welcher diesen inzwischen deformierten Foet nach seiner operativen Entfernung mittels Röntgenstrahlen untersuchte, glaubt, daß in einem derartigen Fall eine Röntgenaufnahme schon vor der Operation zur richtigen Diagnose geführt hätte. Er stellt deshalb die Forderung auf, die Röntgenmethode dann in Anwen-

dung zu ziehen, wenn eine ältere extrauterine Fruchtentwicklung vorliegen könnte. Grummach berichtet über eine Extrauteringravidität, die vor der Röntgendurchleuchtung für einen Tumor gehalten wurde und fügt hinzu, daß die Röntgenstrahlenuntersuchung den alten klinischen Untersuchungsmethoden zur Diagnostik gewisser Genitaltumoren bisweilen weit überlegen ist.

Von den meisten Autoren wird hinsichtlich der Aufnahmetechnik Seiten- oder Rückenlage der Graviden empfohlen. Die Bauchlage, vor allen Dingen unter Zuhilfenahme des Kompressionsverfahrens, welche Albers-Schönberg 1904 in die röntgenologische geburtshilfliche Diagnostik einführte, bietet sehr gute Aufnahmemöglichkeiten, läßt sich aber nach Eymer oft bei starkem Hängeleib oder sehr weiter Ausladung des Leibes der Graviden nicht ermöglichen. Häufig gelingt die Klärung eines Falles nicht durch eine einzige Aufnahme. Ohne die Schädigung des Kindes befürchten zu müssen, können wir ohne weiteres mehrere Aufnahmen hintereinander machen, da allein schon wegen der Kindsbewegungen die Belichtungszeit, um scharfe Bilder zu bekommen, so kurz wie möglich bemessen sein muß. Die Röntgenbilder geben am deutlichsten immer den Schädel und die Wirbelsäule wieder, und so konnte schon im Jahre 1897 — man bedenke die damalige technisch primitive Ausstattung der Röntgenapparate! — (Levy-Dorn) den Schädel eines Kindes im Leib einer Schwangeren erkennen. —

Das Röntgenverfahren ermöglicht es dann weiter, die Lage eines Kindes im Mutterleib zu bestimmen. Aber es gelingt nicht nur die Feststellung einer I., II. oder sonstigen Lage des Kindes, sondern wir vermögen darüber hinaus eine dorsoanteriore oder dorsoposteriore Stellung des Kindskopfes zu diagnostizieren, indem wir die vorderen mit den hinteren Kopfabschnitten vergleichen und darauf achten, ob dieselben auf der Platte mehr oder weniger scharf gezeichnet sind und ob das Vorder- und das Hinterhaupt vergrößert ist. Daneben kann die Haltung der Extremitäten, zumindest in den späteren Monaten der Schwangerschaft, an Hand des Röntgenbildes studiert werden und wenn wir ein übriges tun wollen, können wir des Interesses halber durch mehrere Kontrollaufnahmen im Verlauf der letzten Schwangerschaftsmonate die verschiedenen Lagen desselben Kindes verfolgen. —

Die Feststellung der Lage eines Kindes ist dann von besonderer Wichtigkeit, wenn es sich offenbar um eine abnorme Kinds-

lage handelt, und nicht selten bringt da die Röntgenaufnahme Aufklärung, wo unsere sonstigen klinischen diagnostischen Maßnahmen zu keinem Erfolg führen. So berichtet Eymer von einer Graviden, bei welcher die Lage des Kindes durch die äußere Untersuchung nicht festgestellt werden konnte; klinisch wurde Querlage angenommen, jedenfalls Zwillinge. Das angefertigte Röntgenbild ergab einwandfrei, daß die Frucht sich in I. Schädellage befand.

Es liegt auf der Hand, daß man die Röntgenstrahlen auch in eines der wichtigsten Gebiete der Geburtshilfe, nämlich in das der Beckendiagnose und der Beckenmessung einführte. Bereits im Jahre 1896 nahm Varnier — er ist wohl der erste, der Röntgenaufnahmen des Beckens angefertigt hat — eingehende Beckenmessungen mittels Röntgenstrahlen an weiblichen Leichen vor, weil er wegen dreistündiger Expositionsdauer auf Versuche an der lebenden Frau verzichten mußte. Er bewies damals, daß die Unterscheidung eines symmetrischen von einem asymmetrischen Becken durch die Röntgenaufnahme möglich ist. In den folgenden Jahren gelang es ihm durch das Fortschreiten der technischen Ausstattung der Röntgenapparate auch Messungen an der lebenden Frau vorzunehmen; jedoch lieferten diese Messungen nur bei nicht schwangeren Frauen einigermaßen günstige Resultate. Neben der schon hervorgehobenen Feststellung, ob ein symmetrisches oder asymmetrisches Becken vorliegt, konnte er fernerhin den Sitz der Asymmetrie und ihre Ursache bestimmen, das Vorhandensein oder Fehlen einer Artrophie oder Ankylose im Sacroiliacalgelenk diagnostizieren und die Diagnose einer Spondylolisthesis stellen. Es war ihm möglich sich über den Zustand mit Hilfe der Beckenfotografie Klarheit zu verschaffen und zu beweisen, ob nach einer Symphyseotomie eine Trennung geblieben ist oder nicht. Auch nahm er Bekkenmessungen vor, indem er das Bild, welches das Becken der lebenden Frau ergibt, mit Aufnahmen von skelettierten Becken, deren Maße bekannt sind, verglich. Er meinte, daß man nach dem so erhobenen Befunde die Prognose für kommende Geburten stellen könne. Aber auch ohne diese vergleichenden Messungen glaubt er die hauptsächlichsten Beckenmaße bis auf 2—3 mm genau bestimmen zu können.

Seit den ersten Beckenmessungen Varniers sind unzählige Verfahren ausgearbeitet worden, um die Beckenmaße unter Zuhilfenahme der Röntgenstrahlen möglichst genau zu bestimmen. Fast alle diese mehr oder weniger komplizierten Verfahren bringen, um

ein gutes Bild zu bekommen, den Beckeneingang in eine möglichst parallele Einstellung zur Röntgenplatte. Um dieses zu erreichen, müssen der obere Rand der Symphyse und der Dornfortsatz des letzten Lendenwirbels gleich weit von der Röntgenplatte entfernt sein. Wormser empfiehlt zur Anfertigung der Aufnahme die Frau in Rückenlage mit hochgelagerten Beinen zu bringen und die Röntgenkassette schräg unter dem Gesäß zu befestigen.

Von der berühmten „Radiographie métrique" Fabres aus dem Jahre 1899 über die Verfahren von Bouchacourt (1900), Wormser, Manges und vielen anderen führt ein weiter mit Erfolgen besäter Weg zu der Fernaufnahme, welche zuerst von Heynemann in das Gebiet der Beckenmessungen eingeführt wurde und sich nach dem Urteile Reifferscheids allen anderen Beckenaufnahmeverfahren überlegen erwiesen hat. Zur Erzielung einer Fernaufnahme bringen wir die Röntgenröhre in eine Entfernung von 2 Metern zu der Platte. Die horizontale Einstellung des Beckeneinganges der sitzenden Frau wird dadurch erreicht, daß der vordere Abschnitt der Darmbeinkämme möglichst parallel der Plattenebene, also in diesem Falle dem Fußboden verläuft. Die Fernaufnahme ist für die Klinik als „Ersatz für die innere Austastung des Beckens" bei der Beckendiagnose von nicht geringer Bedeutung geworden. Für die geburtshilfliche Praxis wird sie nach dem Urteil namhafter Geburtshelfer kaum Bedeutung gewinnen.

Die therapeutische Verwendung der Röntgenstrahlen, welche sogleich in den ersten Jahren nach der Entdeckung aufkam, stützt sich — abgesehen von den auf zufälligen Beobachtungen beruhenden und von diesen abgeleiteten Maßnahmen Freunds und überhaupt den ganzen ersten Anfängen der Röntgentherapie, welche rein empirischer Herkunft sind — auf grundlegende Untersuchungen, die um die Jahrhundertwende gemacht wurden. Von diesen Arbeiten sollen hier einige mit besonderer Berücksichtigung ihrer Ergebnisse besprochen werden.

Heineke fand im Jahre 1904, daß die Milz und überhaupt alle Lymphorgane besonders der Schädigung von Röntgenstrahlen ausgesetzt sind. Es tritt ein Zerfall der Lymphocytenkerne schon nach ganz kurzer Bestrahlungszeit ein, bevor auf die anderen Organe des Körpers eine Einwirkung der Röntgenstrahlen bemerkbar ist. Heineke nennt diese Beeinflussung durch die Strahlen eine „elektive Wirkung", worunter er die besonders frühzeitig feststell-

baren Veränderungen der Milzfollikel gegenüber den anderen Elementen der Milz versteht; denn die Vorgänge an den Milzfollikel stehen durchaus im Vordergrund. Schon wenige Stunden nach der Bestrahlung treten innerhalb der Follikel intensiv färbbare Chromatinkugeln auf, welche die Trümmer der zugrundegegangenen Lymphocytenkerne darstellen. Daneben kommen Zellen von epitheloidem Charakter zum Vorschein. Diese großen Zellen mit bläschenförmigem Kern und großem Protoplasmaleib liegen an den Stellen, wo die Lymphocyten zugrundegegangen sind. In einem etwas späteren Stadium werden die Chromatinkugeln in riesig große Zellen, in die sogenannten Phagocyten, eingeschlossen. Diese Phagocyten verschwinden auch wieder nach und nach. Am Ende des Prozesses sind die Follikel und damit die Lymphocyten vollkommen zugrundegegangen.

Ähnliche Vorgänge spielen sich auch in den Lymphdrüsen ab, nur daß hier der Kernzerfall nicht nur auf das Follikel beschränkt bleibt, sondern ebensolche Veränderungen, wenn auch zeitlich später, in der Rindensubstanz vor sich gehen. Am Knochenmark treten diese Veränderungen erst nach viel intensiverer Bestrahlung und zu einem späteren Zeitpunkt als in der Milz auf, aber endlich geht auch hier ein großer Teil der spezifischen Zellen zugrunde und werden durch Fettzellen ersetzt. Heineke fand, daß die Zerstörungsprozesse bei Tieren der verschiedensten Größe in derselben Weise verlaufen, ja, daß sogar der zeitliche Verlauf des Prozesses genau der gleiche ist. Nachdem er gezeigt hat, daß die nötige Bestrahlungsdauer überraschend gering ist, glaubt er, daß es möglich ist im Hinblick auf seine erfolgreichen Tierversuche in eben derselben Weise das menschliche lymphatische Gewebe durch Röntgenstrahlen zu beeinflussen, ohne gleichzeitig infolge der geringen Bestrahlungsdauer eine schwerere Hautreaktion befürchten zu müssen. Heineke hat durch seine Versuche im wesentlichen bewiesen, daß es Körperzellen gibt, welche auf Röntgenstrahlen „viel feiner reagieren als die Zellen der Epidermis, die bisher als der erste Angriffspunkt der Strahlen angesehen wurden".

Halberstädter wählte Kaninchen zu seinen Experimenten aus, „weil deren Ovarien eine hinreichende Größe besitzen, um auch makroskopisch eine eventuelle Einwirkung der Röntgenstrahlen bereits deutlich erkennen zu lassen und weil sich Kaninchen zu Versuchen bezüglich der Fortpflanzungsfähigkeit am besten eignen".

Es ergab sich makroskopisch nach der Bestrahlung ein deutliches Kleinerwerden der Ovarien, mikroskopisch eine Verringerung der Zahl der Graaf'schen Follikel und bei stärkster Bestrahlung ihr völliger Schwund. Die Primordialfollikel und Ureier werden dagegen nicht in dem Maße wie die Graaf'schen Follikel von der Strahlenwirkung betroffen. Von Interesse ist die Konsequenz, welche Halberstädter schon damals aus seinen Versuchsergebnissen zog. Er forderte zur Vermeidung von Röntgenschäden hinsichtlich der Ovarien von irgendwie anderweitig bestrahlten Patientinnen und von dem weiblichen Röntgenbedienungspersonal einen entsprechenden Schutz. —

Analoge Vorgänge bei männlichen Tieren beobachtete bereits im Jahre 1903 Albers-Schönberg. Er nannte seine Arbeit selbst „Eine bisher unbekannte Wirkung der Röntgenstrahlen auf den Organismus der Tiere". Seine Untersuchungsergebnisse lauten: es tritt nach Röntgenbestrahlung der Hoden Sterilität der männlichen Tiere auf, welche durch allmähliches Zugrundegehen der vorhandenen Spermien und nach einiger Zeit durch völlige Azoospermie zu erklären ist.

Aus diesen vorgenannten Arbeiten — und die zahlreichen, welche ihnen folgten, bestätigten deren Ergebnisse vollkommen und brachten noch neue wesentliche hinzu — geht hervor, daß die Röntgenstrahlen ganz generell Schädigung einer jeden Körperzelle hervorrufen, nur besitzt eben jede Zellenart eine verschiedene spezifische Empfindlichkeit gegenüber Röntgenstrahlen. Die Röntgenstrahlen sind imstande jede lebende Zelle bei genügend großer Strahlendosis abzutöten. So sehen wir, daß schon minimale Dosen genügen, um das lymphatische Gewebe, Hoden und Ovarien entscheidend zu beeinflussen, während es ganz immenser Strahlenmengen bedarf, um Knorpel und Knochenzellen zugrundezurichten. Zwischen diesen beiden Extremen stehen mit absteigender Empfindlichkeit Schleimhaut, Gesichtshaut, Bindegewebe. Eine ähnliche Skala ergibt sich auch für die erkrankten Gewebe, wo wiederum das lymphatische Gewebe als das am stärksten durch Röntgenstrahlen beeinflußbare Gewebe dem Knochengewebe als dem am wenigsten beeinflußbare gegenübersteht. Ich lasse nunmehr diese beiden Empfindlichkeitsskalen folgen, wobei bemerkt sei, daß immer die in den Skalen folgende Gewebsart weniger strahlenempfindlich ist als die vorangehende. Die vermerkten Strahlendosen geben die Minimaldosen an, bei welchen die betreffenden Gewebe abgetötet werden.

A. Normale Gewebe.	B. Erkrankte Gewebe.
Lymphatische Gewebe	Leukämische und pseudoleukämisches Gewebe
Hoden, Ovarien 35% d. H. E. D.	Frisch psoriatische Plaques
Kindliche Gesichtshaut	Akute Ekzeme
Kindlicher Knorpel	Chronische Ekzeme
Schleimhaut	Akne vulgaris
Haarpapille	Alte psoriatische Plaques
Kindliche Rumpfhaut	Sarkome 60—70%
Gefäßintima	Hypertrophische Prostata
Gesichtshaut der Erwachsenen	Tuberkulöse Lymphome
Schweiß- und Talgdrüsen	Carcinome, 90—110% d. H. E. D.
Kopf-, Rumpfhaut der Erwachsenen	Tuberkulöse Knochenherde
Leber- und Nierenparenchym	Struma parenchymatosa
Bindegewebe, 80% d. H. E. D.	Verrucae
Muskel	Fibrome, 180% d. H. E. D.
Knorpel	Lipome
Knochen	Chondro- und Osteosarkome

Es ergibt sich also, daß die Zellen am strahlenempfindlichsten sind, welche am stärksten in Teilung begriffen und am wenigsten ausdifferenziert sind. Aus den beiden Skalen geht insbesondere auch hervor, daß Tumorzellen (Sarcom und Carcinom), welche ja infolge ihres starken Teilungsvermögens als jugendliche Zellen aufzufassen sind, strahlenempfindlicher als das sie umgebende Gewebe sind. So zeigt es sich, daß eine Dosis von 60—70% der H. E. D. genügt, um die Sarcomzellen abzutöten, während zur Vernichtung der Bindegewebs- und Muskelzellen eine Strahlendosis von ca. 180% der H. E. D. nötig ist. —

Wo setzt nun die Strahlenwirkung primär ein? Es ist anzunehmen, wie schon Heineke das 1904 vermutet hat, daß in erster Linie der Zellkern von der Schädigung betroffen wird und erst sekundär eine Nekrose des Protoplasma sich anschließt. Die Strahlenempfindlichkeit des Kerns scheint im allgemeinen weit größer als die des Zelleibes zu sein. Während der Zellkern sehr bald auf die Bestrahlung mit Pyknose und endlich Zerfall reagiert, wird

der Zelleib nur durch sehr hohe Strahlendosen geschädigt. Die Chromosomen als die Elemente der Kernteilung dürfen dabei als besonders strahlenempfindlich angesehen werden.

Es sei noch hinzugefügt, daß die im Anschluß an die Bestrahlung in den Zellen sich abspielenden Vorgänge keineswegs für die Röntgenbestrahlung spezifisch sind, sondern der Zelluntergang der bestrahlten Zellen vollzieht sich ganz so wie er dem sonstigen Verlauf einer der Nekrose verfallenen Zelle entspricht. An das Ende dieser Betrachtungen möchte ich das Gesetz von B e r g o n n i é und T r i b o n d e a u setzen, welches die Ursachen der vorhandenen Wirkungsmöglichkeit der Röntgenstrahlen auf die Zellen ganz kurz zusammenfaßt: Die Röntgenstrahlen wirken um so intensiver auf die Zelle 1) je größer die reproduzierende Fähigkeit der Zelle ist, 2) je länger ihr karyokinetischer Werdegang ist und 3) je weniger ihre Morphologie und ihre Funktion endgültig fixiert ist.

Die Röntgenstrahlen haben nun zwei entgegengesetzte Wirkungen: erstens eine Reiz- oder Förderungswirkung und zweitens eine Hemmungs- oder Schädigungswirkung. Kleine Röntgendosen rufen eine Leistungssteigerung, somit eine Wachstumssteigerung der Zelle, große Dosen eine Wachstumslähmung und schließlich den Tod hervor. Ob die Reizwirkung tatsächlich eine bleibende Erscheinung darstellt oder aber nur eine anfängliche, die dann alsbald in eine Hemmungswirkung übergeht, steht noch nicht fest. Verschiedene Forscher haben das Arndt-Schultz'sche biologische Grundgesetz, wonach schwache Reize fördernd, starke hemmend auf die Lebenstätigkeit einwirken, auch der Wirkung der Röntgenstrahlen zugrundegelegt. Andere Forscher, wie z. B. H o l z k n e c h t, welcher dem Arndt-Schultz'schen Gesetz seine Daseinsberechtigung überhaupt abstreitet und von ihm als einer „nicht einmal durchgehenden Regel" spricht, lehnen ein solches Vorhaben vollkommen ab. Bis heute ist über die Reizwirkung kleiner Röntgendosen noch keine endgültige Klarheit geschaffen, wenn auch eine große Anzahl von Experimenten an Keimlingen, Samen und Eiern vorliegt, welche anscheinend dartun, daß durch Röntgenbestrahlung eine Entwicklungsbeschleunigung eingetreten ist. H o l z k n e c h t glaubt nicht an die Exaktheit und Richtigkeit dieser Experimente und will „viele bisher als Reizung erklärte Röntgeneffekte" auf andere Weise erklären. Dazu führt er ein sehr interessantes Beispiel an, das hier kurz wiedergegeben sei.

Wird bei bestehender Anurie im Gefolge einer Nierenentzündung Röntgenbestrahlung der Niere vorgenommen, so schwindet die Harnverhaltung. Die Wirkung der Röntgenstrahlen wird bei diesem Vorgang bislang als ein Funktionsreiz auf das Glomerulusepithel angesehen. Die Harnstauung wird durch einen erhöhten Druck innerhalb der Nierenkapsel hervorgerufen. Das überreichliche leukocytäre Infiltrat und daneben noch andere Entzündungsprodukte aber, verursachen wiederum den erhöhten Druck. Nun wissen wir aber, daß die Leukocyten überaus röntgenempfindlich sind und schon durch die geringen Strahlendosen, wie wir sie bei der Nierenbestrahlung in Anwendung bringen, abgetötet werden. Damit findet eine Druckentlastung in der Nierenkapsel statt, wie sie auf andere Weise der Chirurg durch Decapsulation der Niere erreicht. Es handelt sich also in diesem Falle nach der Ansicht Holzknechts nicht um eine Reizwirkung der Röntgenstrahlen, sondern um eine, nämlich hier die Leukocyten betreffend, zerstörende Wirkung.

Wir haben bisher die Wirkung der Röntgenstrahlen auf die einzelnen Körperzellen verfolgt. Daneben gibt es nun noch eine allgemeine Wirkung auf den ganzen Körper, deren subjektive Symptome nach Gauß unter der Bezeichnung „Röntgenkater" zusammengefaßt werden. Dieser „Röntgenkater", welcher bei vielen Patienten kurz nach der Bestrahlung auftritt, ähnelt in seinen klinischen Erscheinungen der Seekrankheit. Die Kranken haben subjektiv das Gefühl des Unwohlseins, Kopfweh und fühlen sich müde und abgeschlagen. Weiterhin treten Gliederreißen, nicht selten Erbrechen und bisweilen Durchfälle auf. Die Übelkeit kann sich soweit steigern, daß es — was allerdings sehr selten eintritt — zum Collaps des Kranken kommt. Wenn an sich schon geschwächten Personen eine zu große Röntgendosis verabreicht wird, so kann sich allmählich eine Röntgenkachexie entwickeln und die Patienten sterben infolgedessen früher, als es ohne die erfolgte Bestrahlung der Fall gewesen wäre (König). —

Wir sehen diesen „Röntgenkater" oder mit anderer Bezeichnung diese Röntgenintoxikation — denn um eine Intoxikation handelt es sich dabei — besonders dann auftreten, wenn ein Patient sehr große therapeutische Strahlendosen bekommen hat und auch dann, wenn besonders große Volumina seines Körpers auf einmal durchstrahlt worden sind. Ebenso wie bei der Seekrankheit eine beson-

dere Disposition des einzelnen Individuums besteht, so auch zum Röntgenkater. Jeder menschliche Organismus reagiert verschieden stark auf eine Röntgenbestrahlung. So gibt es Menschen, welche sehr leicht „röntgenkrank" werden und andere, welche auch bei den höchst zulässigen, stärksten Strahlendosen keine Allgemeinschädigung davontragen.

Die Symptome des Röntgenkaters können sich zeigen bei Bestrahlung eines jeden Organs, aber es läßt sich doch im allgemeinen sagen, daß die Bestrahlung der blutreichen Organe, wie Leber, Herz, Milz, Darm usw., eher einen „Röntgenkater" auslöst als die Bestrahlung anderer Teile des Körpers; so kommt es z. B. bei den Extremitäten erst nach einer außerordentlich langen Bestrahlungszeit zum Auftreten einer Röntgenintoxikation. —

Um die Dosis der Röngenstrahlen, welche wir auf ein Gewebe einwirken lassen wollen, zu bestimmen, sind im Laufe der Jahre zahlreiche Meßverfahren entwickelt worden. Ich nenne hier nur das Kienböck'sche Intensimeter. Neben dieser Methode, welche es uns ermöglicht die Strahlenintensität physikalisch exakt zu messen, ist von größter Bedeutung die sogenannte biologische Meßmethode geworden. Durch diese letztere Methode sind wir weitgehend imstande, eine Kontrolle über die Strahlenwirkung auszuüben. Als Ausgangspunkt der biologischen Meßmethode dient die Hauteinheitsdosis (H. E. D.). Als Hauteinheitsdosis wird diejenige Strahlenmenge bezeichnet, welche auf der Haut nach 8 Tagen eine leichte Rötung und nach 4 Wochen eine leichte Bräunung bewirkt. —

Von der Grundlage dieser H. E. D., die mit 100% festgesetzt ist, ausgehend, hat man nun einige andere Dosen festgelegt. So gibt es z. B. eine Kastrationsdosis, welche 35% der H. E. D. und eine Carcinomdosis, welche 100% der H. E. D. beträgt. Diese Dosen bezeichnen — ausgedrückt in Prozenten der H. E. D. — diejenige Strahlenmenge, welche genügt, um die betreffende Zellart, z. B. die Carcinomzellen, abzutöten. Sie geben also mit anderen Worten eine Empfindlichkeitsskala der einzelnen Gewebezellen wieder, und wenn wir z. B. sagen, daß die Kastrationsdosis 35% der H. E. D. beträgt, so bedeutet das allgemein ausgedrückt weiter nichts, als daß das Ovarium weit strahlenempfindlicher als die Epidermis ist.

Die Röntgenoberflächentherapie und überhaupt die ganze Röntgentherapie geht auf Leopold F r e u n d zurück, welcher im Jahre 1897 die Hypertrichose eines Patienten mit Röntgenstrahlen be-

handelte. Die Haare fielen aus, doch trat daneben eine leichte Dermatitis auf, die wir wohl als die erste bekanntgewordene Röntgenschädigung ansehen können. Freilich hatte Freund damals noch keine klare Vorstellung von der eigentlichen Wirkung der Röntgenstrahlen. Er nahm an, daß die Wirkung der Röntgenstrahlen eine Folge der Luftentladungen außerhalb der Röhre seien und vermutet fernerhin, „daß durch die Röntgenstrahlen eine Störung des Gleichgewichts der elektrischen Kräfte in den Geweben eintrete."

Holzknecht urteilt über Freund folgendermaßen: „Freunds Beobachtung des Effekts war richtig, seine Erklärung falsch. Das schmälert nicht im geringsten sein Verdienst, der Begründer der Röntgentherapie zu sein."

Die Röntgenoberflächentherapie, welche hauptsächlich in der Dermatologie in Betracht kommt — bis zu Senn, Perthes und den folgenden Tiefentherapeuten blieben die Haupterkrankungen das alleinige Objekt für die Röntgentherapie — sei hier außer acht gelassen.

Bevor ich auf die Röntgentiefentherapie eingehe, muß noch auf eine wichtige physikalische Eigenschaft der Röntgenstrahlen hingewiesen werden. Eine Röntgenröhre strahlt niemals in einem gegebenen Moment nur eine einzige Art von Strahlen aus, sondern sie liefert ein Gemisch von harten durchdringungsfähigen und von weichen, leicht von der Haut absorbierbaren Strahlen. Wir sind aber imstande die harten von den weichen Strahlen durch geeignete Filter, die aus Kupfer, Aluminium, Zink oder Staniol gefertigt sind, abzutrennen. Wenn wir ein solches Filter auf die Haut legen, so schützen wir die Haut vor den an der Oberfläche wirkenden weichen Strahlen und wirken nur durch die durchdringungsfähigeren harten Strahlen auf den Körper ein, schalten somit die Oberflächenwirkung aus und bekommen nur eine Tiefenwirkung. Diese Tiefenwirkung ist es nun, an der uns allein bei der Röntgentiefentherapie gelegen ist. —

Auch bei dem Begründer der Röntgentiefentherapie Nicholas Senn aus Chikago beobachten wir ebenso wie bei Freund ein rein empirisches Vorgehen. Im Jahre 1903 berichtet er im Newyorker Medical Record über die erfolgreiche Behandlung mittels Röntgenstrahlen einer schon quoad sanationem aufgegebenen Patientin, bei welcher eine hochgradige Leukämie bestand. Es gelang

Senn die enorme Milzschwellung, welche ein anderer Arzt schon für einen graviden Uterus gehalten hatte, und die damit verbundenen subjektiven Beschwerden zu beseitigen und das Blutbild weitgehend zur Norm zurückzubringen. Eine Erklärung für diese Wirkung der Röntgenstrahlen, wie sie später Heineke gegeben hat, fehlte ihm. Er begnügte sich mit der Feststellung, daß die Strahlen wohl auf die Bakterien, die nach damaliger Anschauung die Leukämie hervorrufen, in vernichtender Weise einwirken. —

Die Gynäkologie hat sich in ihrer Therapie die Röntgenstrahlenbehandlung weitgehend zunutze gemacht. Das operative Handeln, das für viele Krankheitsprozesse vor der Entdeckung der Röntgenstrahlen die einzige Therapie darstellte, wurde in vielen Fällen durch eine Strahlenbehandlung ersetzt. Dies hat das eine Gute für sich, daß man in denjenigen Fällen, in welchen eine Operation wegen des Allgemeinzustandes der Patientin nicht mehr vorgenommen werden kann, noch mit der Strahlenbehandlung Hilfe bringen kann. Auf der anderen Seite birgt aber das Wissen von einer Strahlenbehandlung bei der betreffenden Patientin die Gefahr in sich, daß die an sich schon vorhandene „Scheu vor dem Messer" noch weiter gefördert wird und manche Frau, welcher eine Operation besser helfen würde, nur zu einer Strahlenbehandlung ihre Einwilligung gibt. Jedenfalls dürfte das Umgekehrte, nämlich daß eine Patientin aus Furcht vor der Bestrahlung nach der Operation verlangt, in heutiger Zeit, wo die Ungefährlichkeit der Röntgenstrahlen bei sachgemäßer Handhabung auch in den Laienkreisen hinreichend bekannt ist, ziemlich selten sein; denn es liegt ein großer Vorteil der Strahlenbehandlung, sofern sie richtig durchgeführt wird, darin, daß während ihr vollkommene Schmerzlosigkeit des Bestrahlten besteht und nach ihr keinerlei ernstliche Schäden auftreten. —

Einen Hauptbestrahlungsanteil in der Gynäkologie stellen die Myome dar, welche zuerst Deutsch in München durch Röntgenstrahlen zu beseitigen versuchte. In einer 1904 — Myombestrahlungen nahm Deutsch schon vom Jahre 1902 an vor — gemachten Veröffentlichung zeigt er an mehreren Fällen die Beeinflussung der Myome, welche sich hauptsächlich in einer Verkleinerung des Tumors, daneben in einem Nachlassen der starken Blutungen und der lange Zeit über bestehenden Beschwerden beim Wasserlassen kundgibt. Er zieht auch schon die Konsequenz aus seinen Beobachtungen, indem er beim Bestehen einer Kontraindi-

kation gegen die Operation die Röntgentherapie angewandt wissen will.

Es ist oft schwer eine Entscheidung darüber zu treffen, ob das betreffende Myom bestrahlt oder operativ entfernt werden soll. Eine Kontraindikation für die Bestrahlung besteht vor allen Dingen dann, wenn die betreffende Frau in einem Alter von unter ungefähr 40 Jahren steht; denn wir bezwecken bei der Myombestrahlung eine Ausschaltung der ovariellen Tätigkeit. Durch dieses Versiegen der ovariellen Funktion bilden sich auch die Myome zurück. Eine direkte Beeinflussung der Myome durch die Röntgenstrahlen, wie sie besonders von den Franzosen als ausschlaggebendes Moment hervorgehoben wird, ist wohl anzunehmen, spielt aber sicherlich eine nur untergeordnete Rolle. Wir haben ja auch gesehen, daß die Strahlenempfindlichkeit der Ovarialzellen ungleich größer ist als die der Myomzellen.

Fernerhin wird allgemein die Bestrahlung dann für kontraindiciert angegeben, wenn die Myome sehr groß sind, wenn lang gestielte und sehr bewegliche subseröse Myome vorliegen, wenn es sich um sogenannte myomatöse submucöse Polypen, welche durch Röntgenstrahlen sicherlich schlecht beeinflußbar sind, handelt, wenn der Verdacht auf ein Sarcom besteht, wenn die zu bestrahlende Frau einen sehr hohen Blutdruck aufzuweisen hat und wenn endlich eine klare Diagnose nicht gestellt werden kann. Auch wird man eine Frau, die ihre Konceptionsfähigkeit erhalten möchte, nach Möglichkeit operieren, ebenso wie wir eine Frau, für welche das Aufhören der Ovarialfunktion eine starke psychische Belastung bringt, nicht dem radikalen Mittel der Bestrahlung aussetzen werden. Nach einer Statistik von Gauß sollen sich die Myome in 39% aller bestrahlten Fälle vollkommen zurückbilden. Das Kleinerwerden der Myome gestaltet sich sehr verschiedenartig und ist von der Art und dem Alter der Tumoren abhängig. Albers-Schönberg sah in einem Fall von kindskopfgroßem Myom dieses nach einer Bestrahlungszeit von 48 Minuten (im Jahre 1908!) zunächst um 25%, dann nach der Gesamtbestrahlungszeit von 68¼ Minuten auf Apfelgröße zurückgehen. Vergrößerung der Myome nach der Bestrahlung hat er nie gesehen, dagegen hat er öfters beobachtet, daß die Myome hinsichtlich der Größe stationär gleich bleiben.

Die Bestrahlung hat vor allem den Vorzug, daß bei richtiger Handhabung eine ganz geringe Mortalität im Gegensatz zu der

mit 2—3%, nach anderen Statistiken sogar mit ca. 5%, veranschlagten Sterblichkeit bei der Myomoperation besteht. Wir werden also eine Bestrahlung dann vernehmen, wenn die Operation eine zu starke Belastung für die Patientin bedeutet, was besonders dann der Fall ist, wenn bei der Myomträgerin Herzerkrankungen, Nierenleiden oder andere schwere organische Schäden vorliegen. Nach Stoeckel besteht der Hauptvorzug der Strahlentherapie darin, daß sie keine Mortalität hat, aber der Hauptnachteil, daß sie nicht dosierbar ist.

Die Myome selbst werden durch die Bestrahlung zwar nur symptomatisch beeinflußt, aber wir vermögen durch sie das hervorstechendste und manchmal lebensbedrohende Symptom, die Blutung, völlig zum Stehen zu bringen. Auf dieses Verschwinden der Blutungen weisen schon alle Forscher, welche über die Bestrahlung von Myomen zuerst berichtet haben, wie Foveau de Courmelle, Fränkel und besonders Albers-Schönberg hin. Wie verschieden sich die Blutungen unter der Bestrahlung verhalten, darüber berichtet eingehend Albers-Schönberg. In der Mehrzahl der Fälle beobachtete er nach der ersten und zweiten Bestrahlungsserie eine beträchtliche Zunahme, bisweilen auch ein bis zu 10 Tagen zu frühzeitiges Eintreten der menstruellen Blutung. Nach Angabe der Patientin waren die Blutungen ungewöhnlich stark und länger anhaltend als gewöhnlich. Erst nach längerer Strahlenbehandlung nahm die Intensität der Blutungen ab, um dann allmählich ganz abzuklingen. Dagegen pflegten nach den Feststellungen Albers-Schönbergs die intermenstruellen Blutungen nach den ersten Bestrahlungen nicht zuzunehmen, sondern sehr bald abzunehmen und vor allen Dingen früher zu verschwinden als die menstruellen.

Wir müssen zusammenfassend sagen, daß bei der Myombehandlung die Strahlentherapie absolut gleichwertig neben der Operation steht. Welche Methode anzuwenden ist, das kommt auf den einzelnen Fall an. In nicht geringem Maße spielt auch hier, wie bei jedem ärztlichen Handeln, die Einstellung des Myomtherapeuten, welcher daneben noch die Wünsche der Patientin berücksichtigen muß, eine ausschlaggebende Rolle.

Ich möchte im Anschluß an die Besprechung der Myomtherapie kurz auf eine Verwendung der Röntgenstrahlen eingehen, welche neuerdings allgemeines Interesse gewonnen hat. Nach den Ergänzungsbestimmungen vom 4. II. 1936 zu dem Gesetz zur Ver-

hütung erbkranken Nachwuchses vom 14. VII. 1933 kann eine Frau auf ihren Wunsch und allerdings nur mit ihrer eigenen Einwilligung anstatt der operativen Sterilisation durch Röntgenstrahlen sterilisiert — d. h. eigentlich kastriert — werden, sofern sie 38 Jahre alt ist. Wir unterscheiden zwischen einer Röntgenvollkastration, welche bei der Unfruchtbarmachung im Sinne des Sterilisationsgesetzes in Betracht kommt, und einer temporären Röntgenkastration. Bei ersterer werden sämtliche, bei letzterer nur die empfindlicheren Follikelanlagen, also nach den Untersuchungen Halberstädters im letzteren Falle die reifen und fast reifen Follikel, abgetötet. Die temporäre Röntgenkastration, die mit einer Strahlendosis von ca. 26% der H. E. D. erreicht wird, lehnt man heute im allgemeinen ab, da doch eine Schädigung der Nachkommen angenommen werden muß, wie das experimentelle Untersuchungen gezeigt haben. Es ist schon wiederholt gesagt, daß eine Bestrahlung der Ovarien mit der Kastrationsdosis von 35% der H. E. D. nur dann als erlaubt angesehen werden darf, wenn die Frau ungefähr das 40. Lebensjahr erreicht hat und somit eine Gewähr dafür gegeben ist, daß die Ovarien als endokrine Drüsen für den Körper ganz oder zumindest sehr an Bedeutung verloren haben. So kommt es, daß die Zahl der Indikationen für die Röntgenkastration nur verhältnismäßig gering ist.

Neben der oben erwähnten Sterilisation und der Myombehandlung kommt die Kastrationsbestrahlung eigentlich nurmehr für die Behandlung der klimakterischen und präklimaktrischen Blutungen in Frage. Die klimakterischen Blutungen sind ja rein ovariellen Ursprungs und wir treiben, wenn wir die Kastrationsdosis oder, wie es oft genügt, eine etwas geringere Dosis anwenden, eine durchaus kausale Therapie. Natürlich muß man sich vor der Bestrahlung vergewissern, daß die Blutungen tatsächlich ovariell bedingt sind und nicht, z. B. ein Carcinom vorliegt, das die Blutungen verursacht. Ist aber die Diagnose gesichert, so bringt eine Bestrahlung sicherlich Besserung. Die klimakterischen und präklimakterischen Blutungen gehören in die Gruppe von Erkrankungen, bei welchen die Strahlentherapie ihre größten Erfolge zu verzeichnen hat; es gibt Statistiken und Urteile von Gynäkologen, nach denen durch die Bestrahlung 100% Heilungsaussichten bestehen.

Bevor ich auf die Strahlenbehandlung der Genitalcarcinome eingehe, möchte ich die Veränderung der Carcinomzellen unter dem Einfluß der Röntgenstrahlen schildern. Einer der ersten Forscher,

welcher grundlegende Mitteilungen hierüber machte, war Perthes und ich stütze meine Ausführungen somit hauptsächlich auf seine 1903 veröffentlichte Abhandlung. „Über den Einfluß der Röntgenstrahlen auf epitheliale Gewebe, insbesondere das Carcinom". Perthes hat diese Untersuchungen zwar nur am oberflächlichen Hautcarcinom vorgenommen, sie sind aber dennoch richtunggebend auch für das Verständnis der Wirkung der Röntgenstrahlen auf die Carcinome der weiblichen Genitalorgane geworden.

Die mikroskopischen Befunde zeigen in übereinstimmender Weise, daß die Wirkung der Röntgenstrahlen auf die epithelialen Zellen, also auch auf die Carcinomzellen, sehr viel intensiver ist als auf die Bindegewebselemente innerhalb des bestrahlten Bezirkes. Die Vorgänge, welche sich infolge der Bestrahlung an den Carcinomzellen abspielen, sind degenerativer Art. Wir haben schon bei der Besprechung der Röntgenstrahlenwirkung auf die Zellen im allgemeinen gesehen, daß Veränderungen an den Zellen vor sich gehen, die nicht als spezifisch durch die Röntgenstrahlen verursacht angesehen werden können. Dasselbe gilt auch für die infolge der Bestrahlung an den Carcinomzellen auftretenden Prozesse. Es muß dabei betont werden, daß die Vorgänge, wie sie im folgenden geschildert werden, sich auch bei unbestrahlten Carcinomen ganz spontan abspielen können. Es besteht nur der Unterschied, daß sie unter der Strahleneinwirkung sehr viel schneller und in größerem Ausmaße vor sich gehen.

Durch die Bestrahlung werden in erster Linie die Kerne der Carcinomzellen geschädigt. Sie verlieren die Fähigkeit sich distinkt zu färben und normale Kernteilungsfiguren zu bilden. Es treten nur noch pathologische und atypische Kernteilungsfiguren auf. Wie bei jeder anderen Zellnekrose kann es zur Pyknose des Chromatins kommen. Die Epithelzellen des Carcinoms erscheinen wie aufgequollen. Das Protoplasma der einzelnen Zellen konfluiert zu einer gemeinsamen Masse. An der Grenze des Krebskörpers und des Stroma finden zahlreiche Grenzverletzungen vonseiten des Stroma statt, wodurch das Carcinomepithel nicht mehr durch einen scharfen Saum abgegrenzt ist und zahlreiche Klüfte und Buchten in dem Verband der epithelialen Zellen auftreten. Die Zahl der Epithelzellen verringert sich. Die bindegewebigen Elemente, welche sich aus Lymphocyten, die aus den Gefäßen stammen, und fixen Bindegewebszellen zusammensetzen, wandern neben Leukocyten nun in

die durch die verschwundenen Carcinomzellen freiwerdenden Räume ein. Der ganze Carcinomkörper wird immer mehr auseinandergerissen. Schließlich bleiben nur noch Bruchstücke der früher scharf begrenzten Krebsnester, rings umgeben von einer Anhäufung von Rundzellen, die in der Hauptsache Lymphocyten und Plasmazellen darstellen, übrig. Verfolgen wir die Prozesse noch weiter, so verschwinden die Carcinomzellen endlich vollkommen. Die Bindegewebselemente gewinnen immer mehr die Oberhand und es resultiert als Abschluß des Heilungsprozesses eine Narbe.

Bei der Behandlung der Genitalcarcinome stehen uns die Operation und die Bestrahlung zur Verfügung. Allerdings wird man im Gegensatz zu den Myomen eine alleinige Bestrahlung mit Röntgenstrahlen sehr selten vornehmen; denn die Erfahrung hat gezeigt, daß die kombinierte Röntgen-Radium-Bestrahlung die besten Erfolge zeitigt. Die Wirkung der Radiumstrahlen auf die Zellen ist der besprochenen Wirkung der Röntgenstrahlen ziemlich gleich. Durch das lange Verweilen der radioaktiven Stoffe an dem Wirkungsort ist die Möglichkeit für eine stärkere Einwirkung der Radiumstrahlen auf die Carcinomzellen zu erklären; denn es ist verständlich, daß durch die zeitlich sehr lange Einwirkung der Radiumstrahlen viel mehr Zellkernmitosen, welche ja besonders strahlenempfindlich sind, als durch die ein- oder mehrmaligen kurzen Röntgenapplikationen getroffen werden. Daneben stellt die Radiumbestrahlung eine Nahbehandlung dar; d. h. wir bringen die radioaktiven Substanzen möglichst nahe an das zu bestrahlende Objekt heran im Gegensatz zur Röntgenbestrahlung, die wir als eine Fernbehandlung bezeichnen können.

Die sogenannte Carcinomdosis, welche von Seitz und Wintz mit rund 100% der H. E. D. angegeben ist, stellt nur eine Durchschnittsdosis dar; sie baut sich auf der Erfahrung auf, daß das Uteruscarcinom am besten mit dieser Strahlenquantität zum Schwinden gebracht wird. Seitz nennt diese Carcinomdosis selber eine Heildosis. Es hat sich nun gezeigt, daß die einzelnen Carcinome sehr verschieden strahlenempfindlich sind. Verschiedene Faktoren spielen dabei eine Rolle. In erster Linie kommt es dabei wohl auf den Reifegrad des Carcinoms an und so können wir ganz generell sagen, daß unausgereifte Carcinome strahlenempfindlicher sind als ausgereifte. So ist es verständlich, daß das hochdifferenzierte Plattenepithelcarcinom am ungünstigsten auf die Bestrahlung reagiert. Bei einer erfolgreichen Bestrahlung muß die Carcinom-

zelle mindestens so geschädigt werden, daß ihre Vermehrungsfähigkeit verloren geht; die Zelle wird dann zwar nicht gleich zugrundegehen, aber beschleunigt dem Zelluntergang erliegen. Anders verhält sich der Prozeß, wenn die Zelle weitergehender durch die Strahlen geschädigt wird; dann kommt es sofort oder jedenfalls schneller als im vorigen Falle zum Zelltod. Neben dieser verschiedenen Strahlenempfindlichkeit der einzelnen Genitalcarcinome sind auch noch die einzelnen Carcinomzellen verschieden strahlenempfindlich, was eigentlich aus dem bereits erwähnten hervorgeht; denn in einem Carcinom finden sich natürlich Zellen der verschiedensten Entwicklungs- und Teilungsstufe nebeneinander und das Gesetz von Bergonnié-Tribondeau gibt uns ja über die verschiedene Strahlenempfindlichkeit Auskunft.

Wie geht man nun vor, um ein Genitalcarcinom therapeutisch wirksam zu bestrahlen? Es sei hier nur von der direkten Bestrahlung der Carcinome die Rede; denn die indirekte Bestrahlung, bei welcher also die Röntgenstrahlen das Carcinom gar nicht treffen, und durch welche eine Immunität des Körpers gegen die Carcinomzellen erzeugt werden soll, kommt sicherlich nur eine untergeordnete Bedeutung zu. Nach Seitz ist bisher noch kein Carcinom allein durch allgemeine Körperbestrahlung definitiv entscheidend therapeutisch beeinflußt worden.

Nehmen wir — wie es wohl meistens der Fall sein wird — eine kombinierte Röntgen-Radium-Bestrahlung vor, so muß die Röntgendosis natürlich entsprechend der verabfolgten Radiumstrahlenmenge herabgesetzt werden, damit es nicht durch Überdosierung zu Strahlenschädigungen kommt. Dann ergibt sich weiterhin die Frage: Soll man die zu verabfolgende Dosis auf einmal oder zu verschiedenen Zeiten in kleineren Einzelgaben, also als sogenannte „verzettelte Dosis" applizieren? Es gilt als bewiesen, daß die „verzettelte Dosis" biologisch lange nicht so wirksam ist wie die in einer einmaligen mit hoher Strahlenquantität durchgeführten Bestrahlung. Hiernach müßte man die Bestrahlung mittels „verzettelter Dosis" ablehnen, wenn nicht andere Momente dieser Bestrahlungsart dennoch zu ihrem Recht verhülfen. Wir haben oben die Symptome der Röntgenallgemeinschädigung geschildert. Es ist einleuchtend, daß eine quantitativ doch immerhin ziemlich große Strahlenmenge, wie sie die Carcinomdosis darstellt, diese Erscheinungen leicht auslösen kann, zumal es sich bei den Carcinomträgerinnen sehr oft um in ihrer Widerstandskraft sehr geschwächte

Frauen handelt, von denen wir ja wissen, daß sie besonders leicht röntgenallgemeingeschädigt werden können. Von diesem Gesichtspunkt aus wird man sich sehr viel leichter zu der für die Patientin erträglicheren Bestrahlung mittels „verzettelter Dosis" entschließen. Auf wieviele einzelne Strahlendosen und wieviele Tage man die Gesamtstrahlendosis verteilen will, das steht ganz im Belieben des betreffenden Strahlentherapeuten und kommt natürlich auch sehr auf den einzelnen Krankheitsfall an.

Oft wird man auch davon abgehen, die ganze Carcinomdosis zu verabfolgen; das kommt besonders dann in Frage, wenn es sich bei den zu bestrahlenden Patientinnen um an sich schon sehr empfindliche oder um sehr geschwächte oder sonstig irgendwie minderwertige Frauen handelt. Daneben gibt es für eine Verminderung der Strahlendosis noch einige andere Indikationen, die als Grundlage meist besondere Verhältnisse des zu bestrahlenden Carcinoms haben; so führen z. B. sehr ausgedehnte Carcinome zu einer solchen Indikation. Bei allen diesen Fällen muß natürlich die Nachbestrahlung möglichst frühzeitig erfolgen.

Es sei noch auf die Methoden eingegangen, nach welchen die Genitalcarcinome bestrahlt werden können. Dabei ist es nicht leicht eine Strahlenmenge von 100% der H. E. D. auf ein Organ, welches sich ein beträchtliches Stück unter der Haut befindet, einwirken zu lassen. Als Vorbedingung benötigten wir einen Röntgenapparat, der uns hauptsächlich harte durchdringungsfähige Strahlen liefert; denn die weichen Strahlen, welche ja sehr leicht absorbiert werden, nützen uns dabei nichts. In der Hauptsache sind es zwei Methoden, welche bei der Bestrahlung der Genitalcarcinome angewendet werden, nämlich das Seitz-Wintz'sche und das Dessauer-Warnekros'sche Verfahren. Bei dem ersteren wird die Bestrahlung mit 6 Einfallsfeldern, d. h. mit je drei am Bauch und am Rücken vorgenommen. Das Wichtigste bei der Einstellung der Strahlenbündel ist nun, daß die Zentralstrahlen dieser einzelnen Bündel durch den Tumor hindurchgehen, somit alle Strahlenmengen sich auf das Carcinom konzentrieren. Aus diesem Grunde wird das Seitz-Wintz'sche Verfahren auch als Konzentrationsverfahren bezeichnet. Die Schwierigkeit bei dieser Methode besteht darin, die Zentralstrahlen der einzelnen Einfallsfelder exakt einzustellen, sodaß er nicht an dem Tumor „vorbeischießt", was besonders bei den Zentralstrahlen der beiden seitlichen Einfallsfelder vorkommen kann. Bei dem Seitz-Wintz'schen Verfahren wird nur ein geringer

Teil des Körpers durchstrahlt, die gesamte von der Frau absorbierte Strahlenquantität ist daher nicht sehr groß. In diesem Punkte liegt der große Vorteil gegenüber der Dessauer-Warnekros'schen Methode; denn hierbei erfährt das ganze Becken eine homogene Durchstrahlung und zwar in kurzer Zeit. Man erreicht das durch 4 große Einfallsfelder, nämlich je eines von den beiden Seiten, der Vorderseite und dem Rücken der Patientin. Da hier ein sehr großes Körpervolumen durchstrahlt wird, kommt es leicht zu Allgemeinschädigungen. Um die Nachteile dieser beiden hauptsächlichsten Bestrahlungsmethoden möglichst auszuschalten, hat man sich vielfach mit einem Verfahren beholfen, das nur die Vorteile der beiden oben genannten Strahlungsmethoden in sich birgt und somit ein Mittelding zwischen diesen beiden darstellt. So gibt es z. B. ein Verfahren, das mit 6 Einfallsfeldern arbeitet, von denen je 2 vorne und hinten und je 1 an den beiden Seiten der Patientin angebracht sind.

Was leistet nun die Strahlentherapie bei der Behandlung der Genitalcarcinome? Es sei da gleich zu Anfang auf den wichtigsten Erfolg, den wir auf ihr Konto buchen können, hingewiesen: die Heilung der inoperablen Carcinomfälle. Wir sehen in einem nicht geringen Prozentsatz — das trifft besonders für das Collumcarcinom zu — dieser ohne die Anwendung der Strahlentherapie quoad sanationem aussichtslosen Fälle nach der erfolgten Bestrahlung eine Dauerheilung auftreten, wobei unter Dauerheilung Recidivfreiheit innerhalb der auf die Bestrahlung folgenden 5 Jahre zu verstehen ist. Wenn auch eine Dauerheilung in der weitaus überwiegenden Mehrzahl dieser Fälle nicht zu erwarten ist, so gelingt es doch die Kachexie aufzuhalten und das Leben der Patientinnen erträglicher zu gestalten. Die Blutungen können vorübergehend zum Stehen gebracht werden, ebenso der übelriechende lästige Ausfluß, und nicht selten gelingt es die Schmerzen zu beseitigen. Für die inoperablen Carcinome ist also die Strahlenbehandlung die beste und einzige kausale Therapie.

Wie steht es nun mit den operablen Genitalcarcinomen? Bei der Behandlung dieser Tumoren laufen die einzelnen Ansichten sehr auseinander. An der Münchener I. Frauenklinik (D ö d e r l e i n) wurden seit 1911 alle Uteruscarcinome ausnahmslos bestrahlt. An anderen Kliniken wird das Carcinom zunächst mit Radium vorbestrahlt, dann operiert und darauf wiederum nach einigen Wochen mit Röntgenstrahlen nachbesrahlt, letzteres, um auch möglichst

alle irgendwie zurückgebliebenen Carcinomteile endgültig zu beseitigen. Das sind wohl die beiden hauptsächlichtsen Methoden, um zur Heilung eines Carcinoms zu gelangen, und sie lassen uns erkennen, daß bei der Behandlung der Genitalcarcinome die Strahlentherapie, mag sie nun mit Radium- oder Röntgenstrahlen durchgeführt werden, nicht wegzudenken ist. Gegen die Ausführung einer Operation spricht die in ihrem Gefolge auftretende Mortalität, für sie die nahezu restlose Beseitigung des Krankheitsherdes; denn es gibt Carcinome, die vollkommen strahlenunempfindlich sind, bei welchen wir also bei alleiniger Strahlenbehandlung einen unvoraussehbaren therapeutischen Mißerfolg erleben würden. So scheint in der Tat die kombinierte Operation — Strahlenbehandlung die besten Heilungsresultate zu ermöglichen.

Betrachtet man daraufhin die einzelnen Statistiken, so findet man, daß ein wesentlicher Unterschied in den Erfolgen der einzelnen Behandlungsarten nicht besteht. Nach einer Sammelstatistik betrug bei der Operation die absolute Heilung 19,1%, die relative Heilung 35,6%, auf der anderen Seite, bei der Strahlentherapie, die absolute Heilung 16,3%, die relative Heilung 34,9%; dabei bedeutet eine absolute Heilung eine solche, welche „die Geheilten in Beziehung setzt zu allen Carcinomfällen, die während des betreffenden Zeitraumes zur Aufnahme kamen" und eine relative Heilung eine solche, welche „die durch eine bestimmte therapeutische Methode Geheilten in Beziehung setzt zu den während dieses Zeitraumes auf diese Weise behandelten Carcinomfällen" (Winter). Diese Zahlen sind sicherlich als zu niedrig angegeben und in letzter Zeit verbessert worden. So gibt Stoeckel eine absolute Heilung von 28,2% bei der abdominalen Radikaloperation der Collumcarcinome an, eine sehr hohe Ziffer, die aber nach Stoekkels eigener Aussage durch Einschränkung der Operation zugunsten der Strahlenbehandlung bei Kontraindikation gegen die Operation erreicht wurde. Auch die Dauerheilungsziffern weisen bei Strahlenbehandlung und Operation keine großen Unterschiede auf. Bei beiden Behandlungsmethoden halten sie sich in den einzelnen Statistiken um 50% herum. Wir sehen also, es bestehen bisher noch keine festen grundlegenden Regeln zur Genitalcarcinombehandlung. Es ist einmal eine Umfrage an die 36 Universitäts-Frauenkliniken Deutschlands, Österreichs und der Schweiz über die Behandlung des Collumcarcinoms gerichtet worden: Es ergab sich, daß 6 Kliniken ausschließlich, 2 weitere fast ausschließlich die Strahlentherapie an-

wenden, 9 Kliniken lehnen die alleinige Strahlentherapie ab. Was die Strahlentherapie der Uteruscarcinome, die etwa um das Jahr 1910 planmäßig einsetzt, betrifft, so ist auf diesem Gebiet bahnbrechend vor allem Döderlein gewesen und dann die schon öfter genannten Gynäkologen Seitz und Wintz, Krönig und Gauß, Bumm und Warnekros.

Wir haben bisher im wesentlichen nur positive Leistungen der Röntgenstrahlen gesehen. Um ein einigermaßen vollständiges Bild von dem Wesen der Röntgenstrahlen zu erhalten, müssen wir uns noch ein wenig dem Tatsachenkomplex zuwenden, der mit dem Sammelbegriff „Röntgenschädigungen" bezeichnet wird. Besonders zu Beginn der Röntgenaera, als man über Wesen und Wirkung der Röntgenstrahlen noch nicht in dem Maße wie heute unterrichtet war, kam es häufig zu derartigen Schädigungen und die Zahl der gerichtlichen Schadensersatzprozesse, die daraus hervorwuchsen, ist Legion. Die Faktoren, welche zu einem Röntgenschaden führen, sind sehr mannigfaltige. Ohne Zweifel liegt sehr oft ein Kunstfehler des behandelnden Arztes vor, und den müssen wir dann als gegeben ansehen, wenn — worauf das Hauptkontigent der Schädigungen zu buchen ist — eine falsche Dosierung stattgefunden hat. Mag nun dabei der Röntgenapparat veraltet und unbrauchbar gewesen sein oder das betreffende Strahlenmeßinstrument nicht mehr richtig gearbeitet haben oder überhaupt nicht vorhanden gewesen sein oder aus Unachtsamkeit das Filter vergessen worden sein oder viel zu lange bestrahlt worden sein, immer trifft die Schuld mehr oder minder den Arzt, da er ja auch für die Arbeit des Röntgenbedienungspersonals verantwortlich ist. Auch den bestrahlten Patienten kann — wenn er die Verhaltungsmaßregeln, welche ihm der Arzt nach der Bestrahlung gibt, nicht befolgt — ein gehöriges Maß Schuld treffen; denn es ist heute bekannt, daß die bestrahlte Haut in ihrer Widerstandsfähigkeit gegenüber irgendwelchen anderen Einwirkungen herabgesetzt ist. So vermag der Druck von eng anliegenden Kleidern oder eines Korsetts, Auflegen von Wärmekissen oder Eisbeuteln, Bürsten an der betreffenden bestrahlten Hautstelle schwerwiegende Schädigungen nach sich ziehen, die an der unbestrahlten Haut sicherlich nicht aufgetreten wären. Der Arzt muß also den Patienten darauf aufmerksam machen, daß er obengenannte schädliche Maßnahmen unterläßt und ihn weiterhin unterrichten, daß die bestrahlte Haut nur mit reizloser Seife gewaschen und nachher womöglich mit Salbe

eingefettet wird. Dabei ist es interessant, daß Röntgenschäden nicht nur bei therapeutischen Bestrahlungen, sondern auch bei Durchleuchtungen — insbesondere des Magen-Darmkanals, wo sie doch unbedingt vermeidbar wären — vorkommen. Sehr oft wird der Fokus-Hautabstand viel zu gering gewählt und dadurch manche Verbrennung hervorgerufen. Dann muß der Arzt unbedingt wissen, daß die Haut des Basedowkranken gegenüber den Röntgenstrahlen weit empfindlicher (um ca. 20%, nach einigen Autoren sogar um 50%) ist als die des gesunden Menschen. Auf der anderen Seite liegt die Strahlenempfindlichkeit des Myxoedempatienten weit unter der Norm. Überhaupt reagieren die einzelnen Menschen hinsichtlich ihrer Haut sehr verschieden auf die Röntgenstrahlen, wenn sich auch im allgemeinen sagen läßt, daß die Haut der meisten Menschen sehr resistent gegen die Strahlenwirkung ist im Gegensatz zu einer verhältnismäßig kleinen Anzahl von Menschen, deren Haut eine ausgesprochene Überempfindlichkeit gegenüber den Röntgenstrahlen zeigt.

Röntgenstrahlen können Schädigungen hervorrufen an allen Organe des menschlichen Körpers. Am auffälligsten und häufigsten bieten sie sich uns an der Haut dar. Wir unterscheiden an der Haut akute und chronische Erscheinungen. Die akute Röntgendermatitis wiederum teilt man in vier verschiedene Grade, von denen der erste leichteste mit Haarausfall und Desquamation, wie ihn schon Freund 1897 beschrieben hat, einhergeht und der vierte schwerste durch Gewebsnekrose gekennzeichnet ist. Bei diesem sogenannten Röntgenulkus, von dem wir wissen, daß es sich sehr schlecht gegenüber jeglicher Behandlung verhält, kommt es zu Degenerationsvorgängen an den kleinen Gefäßen und Kapillaren. Gaßmann fand, daß die Prozesse sich hauptsächlich in der Intima und Muskularis abspielen und zwar spielt sich bei diesen beiden Elementen eine vakuolisierende Degeneration ab. Die kleinen Gefäße und Kapillaren sind in eine unregelmäßig gequollene Masse umgewandelt. Das Ulkus, welches von der Oberfläche in die Tiefe fortschreitet, heilt späterhin narbig aus und nicht selten kommt es zu scheußlichen Narbenkontraktionen.

Die chronische Röngendermatitis zeigt einen gänzlich anderen Verlauf und anderes Aussehen als die akute. Sie tritt eigentlich nur bei Ärzten und solchen Personen, die sich dauernd mit Röntgenstrahlen beschäftigen, auf, zeigt sich erst nach Monaten und Jahren der ersten Berührung mit den Strahlen, ja kann sich entwickeln,

nachdem der betreffende Patient schon lange Zeit nicht mehr von Röntgenstrahlen getroffen worden ist. Ihr Lieblingssitz sind die Hände und da besonders der Handrücken und die Finger. Das Endstadium der chronischen Röntgendermatitis ist charakterisiert durch die Hyperkeratose, in deren Gefolge Rhagaden auftreten.

Neben diesen hauptsächlichsten beiden Schädigungen der Haut gibt es noch einige andere, wie das chronisch indurative Oedem, die Köhler'sche Frühreaktion, welche eine halbe bis einige Stunden nach der Bestrahlung auftritt und der als Schädigung an sich keine besondere Bedeutung zugemessen werden braucht, und die sogenannten Spätschädigungen, die manchmal erst nach Jahren zum Vorschein kommen. Die Spätschädigungen können ohne irgendwelchen Anlaß auf einer ehemals bestrahlten Stelle in Erscheinung treten. Es ist dazu gar nicht einmal nötig, daß maximale Strahlendosen damals auf diesen Hautbezirk gebracht wurden. Allerdings zeigen sich diese Spätschädigungen häufig an durch Operationen vorher geschädigten Gegenden. Es sind Spätschädigungen beschrieben, welche 10, 11 und noch mehr Jahre nach der Bestrahlung aufgetreten sind. Als Ursache der Spätschädigungen ist eine Schädigung des Kapillarsystems und überhaupt des ganzen Gefäßapparats in dem betreffenden Gebiet anzusehen. Daß es auf dem Boden dieser mangelhaften Gefäßtätigkeit zu einer Ulkus- und schließlich zu einer Carcinombildung kommen kann, ist verständlich.

Alle diese primären und sekundären Schädigungen kann man heute in weitestem Maße vermeiden, vorausgesetzt, daß der Bestrahlungsplan richtig durchgeführt wird, ein für den Arzt und das Bedienungspersonal ausreichender Strahlenschutz vorhanden ist und, wie das oben ausgeführt wurde, für die notwendige Pflege und Schonung des bestrahlten Hautbezirks Sorge getragen wird.

Die chronische Einwirkung von Röntgenstrahlen kann zur Entstehung eines Röntgencarcinoms führen. Dabei muß daran festgehalten werden, wie besonders H e s s e das betont hat, daß der Röntgenkrebs nicht als primäre oder einfache Strahlenschädigung sich entwickelt, sondern eine vorangegangene Röntgenverletzung den Weg dazu bereitet. Allerdings braucht es zur Entwicklung eine ziemlich lange Zeit, im Durchschnitt 9 Jahre. Es stellt ebenso wie z. B. der Anilinkrebs, der Teerkrebs oder der Pfeifenraucherkrebs eine Reizerscheinung dar. Das Röntgencarcinom trägt alle Zeichen eines echten Carcinoms, doch bleibt es meist auf seinen

Entstehungsort beschränkt, wächst hauptsächlich ulcerierend und zeigt keine ausgesprochene Neigung infiltrierend zu wachsen. Histologisch bietet es das Bild eines Plattenepithelkrebses mit starker Verhornungsneigung. Die Metastasenbildung, welche lymphogen vonstatten geht, vollzieht sich im Vergleich zu dem Verhalten anderer Carcinome eher im verminderten Maße. Ein Charakteristikum der Röntgencarcinome scheint zu sein, daß sie gleichzeitig multipel an verschiedenen Strahlen geschädigten Hautbezirken auftreten. Hesse sah dies in seinen 54 Fällen 17 mal, das ist mithin ein Prozentsatz von ungefähr 30. Wir haben bemerkt, daß das Röntgencarcinom als eine Dauerschädigung durch Röntgenstrahlen aufzufassen ist, und so sehen wir es, da die Voraussetzungen besonders heute bei den allerseits entwickelten und angewandten Schutzmaßregeln dazu fehlen, doch verhältnismäßig selten auftreten.

Noch viel seltener als Röntgencarcinom kommt das Röntgensarkom zur Beobachtung. Auffällig ist gerade das Auftreten von Kniegelenksarkomen nach bestrahlten Kniegelenktuberkulosen. Erst kürzlich hat F. Becker eingehend hierüber berichtet und festgestellt, daß die Sarkome in der Regel 5—7 Jahre nach der Bestrahlung auftreten und klinisch von großer Malignität sind. Da man weiß, daß Tuberkulose und Sarkom sehr selten zusammen vorkommen und die Tuberkulose bei der Entstehung der Sarkome wahrscheinlich eine sehr untergeordnete Bedeutung hat, muß der Röntgenbestrahlung die Hauptschuld an der Entstehung der Sarkome zugesprochen werden. Praktisch spielen die Röntgensarkome kaum eine Rolle; denn es sind z. B. in der ganzen Literatur nach der Angabe Beckers überhaupt erst 15 Fälle von Röntgensarkomen der Gelenke bekannt geworden.

Schon dieser kleine Ausschnitt aus dem großen Gebiet der so mannigfachen Röntgenschädigungen zeigt, daß es nicht einfach und vor allen Dingen nicht ungefährlich ist, mit Röntgenstrahlen umzugehen. Wir können heute die Röntgenschädigungen zu einem großen Teil vermeiden, aber ganz ausschalten werden wir sie vorerst nicht können; denn es gibt da immer wieder Überraschungen, denen auch der beste Fachmann hilflos und ohne daß er sie sich erklären kann gegenübersteht. Eins allerdings müssen wir fordern, nämlich daß dieses so wertvolle Gut der Röntgenstrahlen nicht in der Hand eines Unkundigen zum verderblichen „Röntgengift“ wird.

40 Jahre sind seit der Entdeckung der Röntgenstrahlen vergangen. Sehr vieles Gute ist mit Hilfe der Röntgenstrahlen getan worden. Vieles Unklare ist durch sie geklärt und vieles Unheilbare durch sie geheilt worden. Aber die Röntgenkunde ist eine junge Wissenschaft und in ihrer Entwicklung noch lange nicht abgeschlossen. Manches in ihr harrt noch der Aufklärung und bedarf der Verbesserung. Den in 40 Jahren erzielten Leistungen mögen sich die zukünftigen würdig anreihen!

Herrn Professor Dr. F. Voltz möchte ich an dieser Stelle für die Überlassung des Themas und für seine wertvollen Ratschläge, sowie Herrn Professor Dr. H. Eymer für die liebenswürdige Übernahme des Referates meinen ergebensten Dank aussprechen.

Literatur.

Albers-Schönberg, Bisher unbekannte Wirkungen der Röntgenstrahlen auf den Organismus der Tiere. Münch. med. Wo. 1903.

Die Behandlung der Myome und klimakterischen Beschwerden mit Röntgenstrahlen. Fortschr. auf d. Geb. d. Röntgenstrahlen. Bd. XIV, H. 6, S. 449.

Erfolg der Röntgentherapie auf dem Gebiet der Gynäkologie. Münch. med. Wo. 1908, Nr. 47, S. 2465.

Röntgentherapie in der Gynäkologie. Münch. med. Wo. 1909, S. 955.

Beck, A. Zur Frage des Röntgensarkoms. Münch. med. Wo. 192, Nr. 17, S. 623.

Becker, F. Kniegelenksarkom nach Röntgenbestrahlung. Dtsch. Ztschr. f. Chir. 1936, H. 1.

Bergmann, v. Durch Röntgenstrahlen im Hirn nachgewiesene Kugeln. Berlin klin. Wo. 1898, Nr. 18, S. 389.

Deutsch, J. Die Radiotherapie bei den Gebärmuttergeschwülsten. Münch. med. Wo. 1904, S. 1646.

Edling, Lars Über die Anwendung des Röntgenverfahrens bei der Diagnose der Schwangerschaft. Münch. med. Wo. 1911, S. 567.

Eymer, H. Zur geburtshilflichen Röntgendiagnose. Zentralbl. f. Gyn. 1912.

Fabre, De la radiographie métrique. Fortschr. auf d. Geb. d. Röntgenstrahlen 1901. Bd. IV, H. IV, S. 194.

Flaskamp, W. Über Röntgenschäden und Schäden durch radioaktive Strahlen. Urban u. Schwarzenberg, Berlin-Wien 1930.

Gaßmann, Zur Histologie der Röntgenulzera. Fortschritte auf d. Geb. d. Röntgenstrahlen 1899, Bd. II, H. 6, S. 199.

Gallet, Fractures spontanées et incurvations du tibia. Fortschr. auf dem Geb. der Röntgenstrahlen, 1901, Bd. IV, H. 4, S. 194.

Freund, L. Haarausfall nach Behandlung mit Röntgenstrahlen.

Glasscheib, S. Allgemeine Röntgenkunde. J. Springer, Berlin-Wien 1936.

Münch. med. Wo. 1897, S. 79.

Grumnach, Zur Feststellung der Gravidität durch die Röntgenstrahlen. Ztschr. f. ärztl. Fortbildung 1912, Jahrg. 9, S. 409.

Halberstädter, Die Einwirkung der Röntgenstrahlen auf die Ovarien. Berlin. klin. Wo. 1905, S. 64.

Heineke, Über die Einwirkung von Röntgenstrahlen auf die inneren Organe. Münch. med. Wo. 1904, S. 785.

Heineke u. Perthes, Die biologische Wirkung der Röntgenstrahlen, in Lehrbuch der Strahlentherapie von Hans Meyer, 1925.

Hesse, O. Das Röntgencarcinom. Fortschr. auf d. Geb. d. Röntgenstrahlen, Bd. XVII, H. 2, S. 82.

Holzknecht, G. Über die häufigsten Ursachen der Röntgenschädigungen und ihre Vermeidung. Münch. med. Wo. 1922, Nr. 64, S. 1597.
Worauf beruht die Heilwirkung der Röntgenstrahlen. Münch. med. Wo. 1923, Nr. 24.

Köhler, A. Über die ersten Veröffentlichungen der typischen Erkrankung des zweiten Metatarsophalangealgelenks. Münch. med. Wo. 1924, S. 109.

Levy-Dorn, Erkennung eines kindlichen Schädels im Röntgenbild. Fortschr. auf d. Geb. der Röntgenstrahlen, 1898, Bd. I, S. 113.

Meyer, H. Lehrbuch der Strahlentherapie. Berlin-Wien 1929.

Mikulicz, F. v. Radecki, Die Strahlentherapie in der Gynäkologie, in Lehrbuch d. Gynäkologe von W. Stöckel, S. Hirzel, Leipzig 1933.

Perthes, G. Über Osteochondritis deformans coxae. Klin. Wochenschr. 1924, S. 513.
Über den Einfluß von Röntgenstrahlen auf epitheliale Gewebe, insbesondere das Carcinom. Zentralbl. f. Chir. 1903, Nr. 36, S. 30.
Über den Einfluß von Röntgenstrahlen auf epitheliale Gewebe, insbesondere das Carcinom. Arch. f. klin Chir. Bd. LXXI, S. 955.

Rieder, H. u. Rosenthal, Lehrbuch der Röntgenkunde, Leipzig 1924.

Roentgen, W. C. Über eine neue Art von Strahlen.
Erster Teil: Sitzungsber. d. phys.-med. Ges. zu Würzburg, 1895.
Zweiter Teil: Sitzungsber. d. phys.-med. Ges. zu Würzburg, 1896.

Roentgen, W. C. Weitere Beobachtungen über die Eigenschaft der X-Strahlen. Sitzungsber. d. Kgl. Preuß. Akad. d. Wiss. in Berlin 1897.

Sänger-Hamburg, Die Röntgenstrahlen in der Gynäkologie. Fortschr. auf d. Geb. d. Röntgenstrahlen. 1898. Bd. I, H. 2/3, S. 112.

Schlatter-Zürich, Verletzungen des schnabelförmigen Fortsatzes der oberen Tibiaepiphyse.
Bruns Beiträge 1903. Bd. XXXVIII, S. 874.

Senn, Nicholas, Case of Spleno-medullary Leukaemia success-fully treated by the use of the Röntgenray. New York Medical Record 22. VIII. 1903.

Simmonds, Untersuchungen von Mißbildungen mit Hilfe der Röntgenstrahlen 1901. Bd. IV, H. 14, S. 208.

Stoeckel, W. Lehrbuch der Gynäkologie, Leipzig 1933.

Varnier, Beckenfotografie und Beckenmessung mittels X-Strahlen. Fortschr. auf d. Geb. d. Röntgenstrahlen 1898, Bd. I, S. 113.

Voltz, F. Gutachten in einem Streit wegen einer Radium schädigung. Dtsch. Ztschr. f. d. ges. gerichtl. Med. Berlin 1933, S. 221.
Ersatzanspruch gegen eine Klinik wegen Röntgenverbennung. Radiologische Rundschau, 1935, S. 328.

Wormser, Über die Verwertung der Röntgenstrahlen in der Geburtshilfe. Beitr. z Geburtshilfe u. Gyn. 1900, Bd. III, H. 3.

Lebenslauf.

Ich, Max K e d i n g , wurde am 2. Mai 1914 zu Kogel in Mecklenburg als Sohn des Forstmeisters Max Keding und seiner Ehefrau Hedwig, geb. Büdingen, geboren. Nach dreijährigem Besuch der Volksschule trat ich in das Katharineum zu Lübeck ein und erhielt im Frühjahr 1932 das Zeugnis der Reife. Das erste medizinische Semester studierte ich an der Universität in Heidelberg, ging dann nach München und bestand dort im Sommer 1934 das Physikum. Die klinischen Semester studierte ich an den Universitäten in Königsberg, Freiburg i. B. und München und legte hier das Staatsexamen ab.